

人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析

彭红超¹, 祝智庭²

(1.华东师范大学教育信息技术学系, 上海 200062; 2.华东师范大学开放教育学院, 上海 200062)

[摘要] 大数据技术的兴起萌发了个性化适性学习的新型学习方式。研究从个性化学习与适性学习理念的对比中, 解析出它的核心要素: 个体特征、个人表现、个人发展、适性调整。基于核心要素进一步界定了个性化适性学习的核心理念: 通过技术赋能, 实时监测学习者在个体特征、个人表现、个人发展方面的差异与变化, 基于这些差异与变化及时地适性调整教学方略, 从而实现有效教学。之后, 研究从个性化适性学习的两大支柱——“个性”“适性”出发, 构建了它的理念框架, 并从人机协同理念的角度出发, 详细论述了个性化适性学习的数据决策策略, 构建了一种人机协同决策支持的适性调整教学策略的方案谱系。最后, 文章建议个性化适性学习的实施可从学习者画像、能基发展、个人学习路径、柔性学习环境四个方面切入, 并详细解读了一种面向精准教学的个性化适性学习实施策略。希望研究可以为学者进行后续研究以及教育工作者探究实践途径提供参考。

[关键词] 数据决策; 个性化学习; 自适应学习; 适性学习; 人机协同; 精准教学

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 彭红超(1987—), 男, 山东临沂人。博士研究生, 主要从事智慧学习生态、数据智慧、精准教学、深度学习等研究。E-mail: hongchao5d@qq.com。祝智庭为通讯作者, E-mail: ztzh@dec.ecnu.edu.cn。

信息技术的迅猛发展与互联网、物联网的普及应用, 促使数据以越来越多的方式和越来越快的速度产生, 从而催生出了数据密集型科学 (Data-intensive Science) 这一第四科学研究范式^[1]。在数据密集型科学的影响下, 个性化适性学习 (Personalized Adaptive Learning, PAL) 成为第五代教育技术研究范式^[2], 它基于数据证据进行决策, 在适应实时学习状况的基础上, 促使学习内容与活动更加符合学生的个性特点与需求。

为学生提供个性化的适性服务一直是我国教育信息化的重要任务之一。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出, “关心每个学生, ……为每个学生提供合适的教育”^[3]; 《教育信息化十年发展规划(2011—2020年)》提出, “努力为每一名学生和学习者提供个性化学习、终身学习的信息化环境和服务”^[4]; 《教育信息化“十三五”规划》提出, “构建

网络化、数字化、个性化、终身化的教育体系”^[5]; 教育部更是在《教育信息化 2.0 行动计划》中将其作为“百区千校万课引领行动”的重要内容, 提出要“探索在信息化条件下实现差异化教学、个性化学习……的典型途径”^[6]。

从历年《地平线报告》来看, 作为信息时代教育发展重要特征^[4]的个性化学习 (Personalized Learning) 一直是教育信息化面临的挑战, 而适性学习 (Adaptive Learning) 能作为实现个性化学习的可能途径^[7]。本研究将二者融合形成的新型学习方式界定为个性化适性学习, 文章将对其进行深入探析, 以期能为学者进行后续研究以及教育工作者探究实践途径提供参考。

一、概述: 技术促发个性化适性学习

个性化适性学习的萌现得益于大数据技术的兴起, 以大数据为基础的个性化适性学习正成为数字学

基金项目: 全国教育科学“十二五”规划 2014 年度国家一般课题“智慧教育环境的构建与应用研究”(课题编号: BCA140051); 国家留学基金资助

习环境的重要组成部分^[8]。

(一)个性化适性学习的发展之路

其实,个性化学习的智慧可追溯到孔子的“因材施教”思想(《论语·先进篇》)以及苏格拉底的“产婆术”^[9]。班级授课制盛行后,曾一度进入漫长的低谷期。随着“以学生为中心”成为教与学的核心理论,个性化学习再次受到追捧,并成为教育变革的新目标。传统的个性化学习多从教学制度与组织形式入手,如古代的私塾教育^[10]、当前的走班制。技术的融入催生出新的发展路径——技术赋能的个性化学习。

开启技术赋能的个性化学习的典型事件是斯金纳的教学机器和程序教学理论^[11]的问世,自此个性化学习也开始初具适性的特征。受技术水平的限制,初期的个性化学习主要基于简单的规则或标准,如CAT(Computerized Adaptive Testing)^[12],其本质只是根据学生当前的反馈信息将其调向预定的学习路线的某处,准确性与灵活性都非常低。随着技术的发展,个性化学习逐渐变得复杂化,典型代表当属Knewton平台,它通过建构知识图谱,并实时监控、响应学生的(交流、协作与游戏化的)活动^[13]来差异化引导连续的个性化学习过程^[14],不过Knewton平台的个性化数据主要来源于试题解答记录,与学习全过程的记录还存在一定的差距^[15]。

大数据的兴起,使得全方面记录、解读学生的个体特征与实时状态成为可能。美国教育部一份简报指出,大数据在教育领域的具体应用主要为教育数据挖掘和学习分析^[16],二者的协同可促使全程记录的学习数据更有效地用于评估学习过程、预测未来表现以及发现潜在问题^[8]。基于此,祝智庭教授团队设计了一种包含三个信息反馈回路数据流的个性化适性学习系统结构图^[2],清晰地勾勒出个性化适性学习的架构及其作用机理。

(二)个性化适性学习的人机协同智慧

英国BBC广播公司发布的《365种职业未来被淘汰的概率》报告显示,教师是最不容易被机器人替代的行业之一(替代概率为0.4%);联合国教科文组织发布的《反思教育:向“全球共同利益”的理念转变?》也明确指出,“教师职业不会消失”。在此境域下,人机协同的方式是当下教育信息化的明智之举。这也是本文采用个性化适性学习术语的原因。国内多把Adaptive Learning称为自适应学习或适应性学习,之所以称谓不同,主要由关注点不同所致。技术领域关注机器自动为学生提供适切学习服务,多翻译为自适应学习;教育领域关注教师主动地提供适切学习服

务,多翻译成适应性学习。适性学习术语可兼容二者,既能体现机器的智能,也可涵盖教师的智慧。因此,本文采用个性化适性学习术语来体现这种人机协同的教学智慧。

二、辨析:相关学习类型比较

对于个性化学习、适性学习、差异化教学之间的关系,当前主流观点有两种:(1)前者包含后者的包含关系(形似“回”型图);(2)三者交叉重叠的相关关系(形似维恩图)。对它们的多方界定分析发现,二者兼有之。

(一)个性化学习与适性学习的界定

个性化适性学习是融合个性化学习与适性学习二者的理念形成的。表1左侧是美国教育部(U.S. Department of Education)、英国教育与通讯技术局(British Educational Communications and Technology Agency)、我国学者李克东教授(此定义得到国内诸多学者的认同)界定的个性化学习。虽然界定的侧重点不同,但均凸显了“个体差异”“个性需求”“个人发展(愿景)”三个核心要素。这三个核心要素,从K-12在线学习国际协会(International Association for K-12 Online Learning)^[17]、英国教育与技能部(Department for Education and Skills)^[18]、Dreambox^[19]以及国内其他学者的研究中得到了进一步验证。表1右侧前两个描述分别是新媒体联盟NMC、美国高等教育信息化协会EDUCAUSE对适性学习的界定。此类界定与国内外的主流观点一致:将适性学习看作一种技术。这与适性学习诞生于人工智能,且受智能技术给养有关。从教育学角度看来,约翰·沃特斯(John K. Waters)较好地刻画了适性学习的本质:技术赋能的教学方法(见表1右侧第四行)。无论作为技术还是教学方法,“个体差异”“个人表现”“适性调整”三个核心要素是相同的。

(二)个性化学习、适性学习、差异化教学的比较

直观来看,个性化学习与适性学习均关注“个体差异”。依据个体差异(主要是个体特征方面的差异,如学习风格与偏好、能力水平、兴趣等)开展有效的教学,是差异化教学(Differentiated Instruction)的宗旨。督导与课程发展协会(Association for Supervision and Curriculum Development, ASCD)的界定即是这一宗旨的诠释:差异教学是教育者积极为学生的差异而规划,以使所有学生都能够最佳学习的一种教学方式。在差异化的课堂上,教师将他们的时间、资源和精力都分配给有不同背景、准备、技能水平和兴趣的学生,

表 1

个性化学习与适性学习比较

个性化学习界定	适性学习界定
个性化学习是对学习者的学习速度和教学方法进行优化的教学。其学习目标、教学方法和教学内容(及其排序)都可能因学习者的需求而有所不同 ^[20]	适性学习监测学生进步的技术,可以在任何时候利用数据来修改教学,它是个性化学习运动的一部分,与学习分析密切相关 ^[21]
个性化学习是一种以学生为中心,以满足全体学生特别是那些学习有困难学生的学习需求的包容性的学习方式 ^[22]	适性学习是基于个体习得的能力或技能动态调整课程内容的水平或类型,并通过自动化和教师干预来加快学习者的表现提升的方式 ^[23]
个性化学习是指以学生个性差异为基础,强调学习过程要针对学生个性特点和发展潜能而采取恰当的方法、手段、内容、起点、进程、评价方式等,使学生各方面获得充分、自由、和谐发展,以促进学生个性发展为目标的学习范式 ^[24]	适性学习创建的学习体验是依据学生的表现与学习教材的情况而调整的。它的核心是一种依据表征学生表现的技术、数据来调整和响应内容、方法的教学方法。这些内容和方法为学生掌握特定学习目标提供了途径 ^[25]
核心要素:个体差异、个性需求、个人发展(愿景)	核心要素:个体差异、个人表现、适性调整

以便有效的教他们^[26]。另外,根据美国教育部的界定,在差异化教学中,所有学生的目标都是一样的,只是教学方式方法不同。可以看出,个性化学习与适性学习均包含差异教学的理念^[27]。

以此为基础,进一步分析表 1 中的界定可知,个性化学习中的“个性差异”包括两部分:个体特征的差异与非个体特征的差异,后者其实就是不同学生在“个体需求、个人发展”方面的差异。由个体需求的定义“学习者目前的状况与所期望达到的状况之间的差距”可知,学生在个体需求方面的差异由“目前状态”和“期望状态”决定,前者可作为个体特征的一部分,后者可归属到“个人发展”中。这样,个性化学习的核心要素可提炼为“个体特征”“个人发展”两方面。而由表 1 右侧的界定可知,适性学习并不强调学生的个人发展,因此,适性学习中的“个体差异”主要是个体特征方面的差异。这样,适性学习的核心要素可修正为“个体特征”“个人表现”“适性调整”三个方面。对比二者的新核心要素可知,个性化学习并没有提及实现策略,而适性学习却有(适性调整)。这也是为何历年《地平线报告》均认为个性化学习比适性学习更具实施性、挑战性的原因之一。

(三)个性化学习、适性学习、差异化教学的关系图谱

由上述可知,差异化教学、个性化学习与适性学习均没有从学生数量以及自主性方面做限定,因此,它们既不是个别化教学(Individualized Instruction),也不是自主学习。另外,从个性化的维度看,差异化教学的个性程度最低,重点关注个体特征的差异性;适性学习其次,上升到了个人表现层面;个性化学习的个性程度最高,达到了追求个人发展的境界。从这个角度看,三者间是包含关系,形似“回”型图。不过,由于适性学习对高端技术的依赖程度最高(需要教育教

据,甚至是大数据的实时记录、分析与决策),差异化教学对技术的依赖程度最低(无须技术也可实现差异化教学,如之前的分层教学),适性学习相比其他两种教学方式,更能关注到每个个体的具体的实时状况。因此,三者并非是完全的包含关系,它们在学生数量的粒度方面有区别,这一区别使得各自的区域是相互错开的。这些结论可由图 1 直观地描绘。

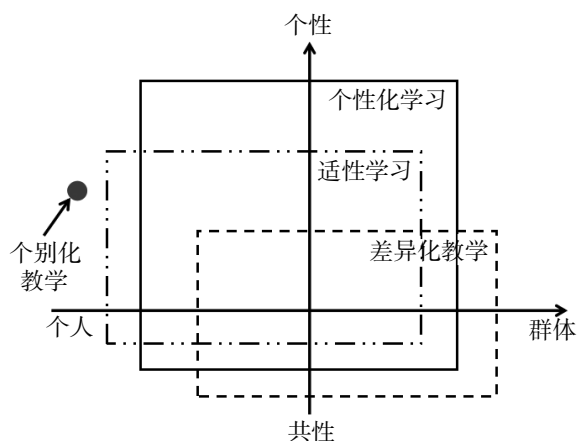


图 1 个性化学习、适性学习、差异化教学的关系图谱

三、框架:个性化适性学习样貌

理清个性化学习与适性学习的理念与其他相关的学习方式后,接下来着手构建个性化适性学习的框架。

(一)个性化适性学习的核心理念

个性化适性学习的核心理念是构建框架的前提。通过前面分析可知,个性化学习包括“个体特征”与“个人发展”两个核心要素,适性学习包括“个体特征”“个人表现”“适性调整”三个核心要素。融合二者可得到个性化适性学习的核心要素:个体特征、个人表现、个人发展、适性调整。前三个要素表征的是学习者差异,即是个性化适性学习关注的三个个性化层级,其中促进“个人发展”也是个性化适性学习的高级目标。

最后一个要素适性调整教学是实现这一高级目标的策略,同适性学习一样,这一策略离不开技术的赋能。基于上述四个要素,本研究将个性化适性学习的核心理念界定为:通过技术赋能,实时监测学习者在个体特征、个人表现、个人发展方面的差异与变化,基于这些差异与变化及时地适性调整教学方略,从而开展有效教学。

这一核心理念背后的假设与适性学习一样,认为“合适的即为最好的”。由于每个学生个体在各个方面均存在差异且处于不断变化状态,因此,要个性化地实时监测它们并且适性调整教学,从而保证教学策略总是适合学生个体的。另外,这一理念同智能教育一样,需秉承“技术促变教育而非引领教育”^[28]的观点。这是因为,到目前为止,鲜有技术是为教学而生的,技术追求的便利性并不是教育的核心诉求^[29],教育追求的是促进人发展的有效性。因此,坚守教育本位、不盲目追逐技术潮流,是个性化适性学习实现有效教学的底线。

(二)个性化适性学习框架的构建

基于上述核心要素与核心理念,本研究构建了个性化适性学习的框架来描绘其样貌。核心要素方面,如果忽略表征实现策略的“适性调整”,可以发现适性学习在包含差异化教学的基础上,偏重于学生个体的当前学习表现。而个性化学习的核心要素表明,其在包含差异化教学的基础上,偏重于学生个人的发展愿景。由此,本个性化适性学习的框架采用两个维度作为骨架。如图2所示,适性轴用来表征当前的个人表现。个性轴用来表征个人发展愿景。两轴交汇处作为个体特征点,用来表征个性化学习与适性学习共有的差异化教学。从核心理念方面解析,个性化适性学习理论上可以有三种实现途径:(1)通过个体特征方面的差异与变化适性调整教学(圆形);(2)在途径一的基础上,结合当前个人表现方面的差异与变化适性调整教学(高椭圆);(3)在途径一的基础上,结合个人发展愿景方面的差异与变化适性调整教学(宽椭圆)。

第一种途径是差异化教学策略的升级,传统的差异化教学策略是分组:同质分组、异质分组。分层教学即是具有代表性的固化、粗略的差异化教学形态,在信息技术环境下,动态分组与干预已成为可能。第二种途径则基于适性学习理念,主要的教学策略有两类:基于规则或数据驱动,前者的教学策略是依据决策树提前预设好的,后者的教学策略则由学生的数据动态生成。第三种途径面向个人发展愿景,按粒度可分为三种级别的策略:培养方案级(Program)、学程级

(Course)、任务级(Task)。方案级涉及制度的变革,如走班制、选课制等;学程级涉及学习路径的规划;任务级涉及内容、服务等适配。这三种途径均可以基于数据的适性调整教学的决策来实现,因此,图2刻画的框架以数据决策作为核心枢纽。但问题是,这三种途径仅仅关注了个性化适性学习的某一个个性化方面,且都有各自的局限性,仅可作为粗放的个性化适性学习实现途径。

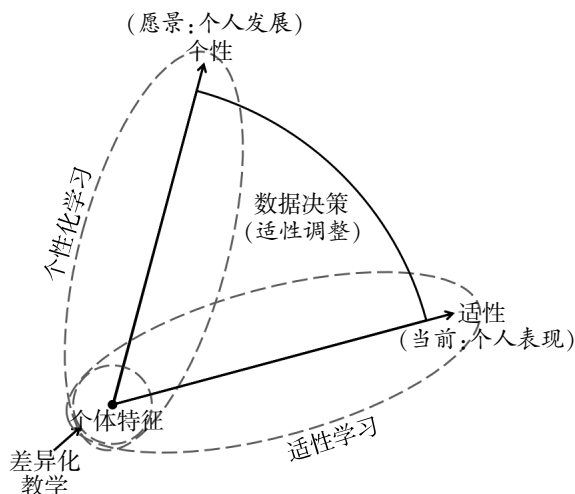


图2 个性化适性学习框架

四、枢纽:人机协同的数据决策策略

个性化适性学习的精细化实现途径的探索,可从它的枢纽“人机协同的数据决策策略”出发。按照人机协同的理念,数据决策可由机器擅长的数据驱动决策和人类擅长的数据启发决策相互协同完成^[28]。

(一)数据启发决策的策略

教育数据挖掘得到的关于学生学习的规律与发展趋势,多以可视化数字仪表盘呈现。对教育者来讲,这是一种有价值的知识。对这种知识的认知过程其实是人类的学习过程。通过这种认知,教育者会得到关于学生学习状况的见解:学了什么?如何学的?学得如何?在此基础上,教育者通过回答“该学生的学习是否存有问题?原因是什么?”来决策是否需要调整教学策略、如何调整策略。这一过程通过数据启发决策完成(如图3所示):通过联想将类似的或有关的事物、事件关联起来;通过逻辑推理梳理关联的事物、事件中蕴含的各种线索;采用归因法探求各线索背后的因果关系;基于因果开展适性调整教学策略的决策。具体实施方略可参考笔者在《人机协同的数据智慧机制:智慧教育的数据价值炼金术》一文中介绍的专家端假法。

(二)数据驱动决策的策略

经过漫长的起伏式发展后,人工智能中的机器学

习技术已趋近成熟。利用此技术,机器可以自动学习教师在个性化适性学习过程中所作的有效决策,实现自身算法的不断优化,从而作出更加适切的教学策略调整(如图3所示)。目前,教育中比较有潜力的机器学习技术主要有三类:深度学习技术、强化学习技术、迁移学习技术^[30]。深度学习可以通过将教师的优秀决策数据作为训练集,通过不断的“训练”来习得教师的知识经验。这样,后续如果有学习者遇到同样的问题,机器便能很好地自行给出决策(此决策只是已有教师决策的再现)。在此基础上,机器可以通过强化学习技术尝试自己作出新决策。决策的好与坏由教育者和学习者评估,评估的结果作为奖赏与惩罚来调试回报函数,从而生成最优决策算法。通过这种人机协同的优化,可以促使机器更加精准地自动进行新决策。无论是机器习得的教师决策,还是机器自己作出的决策,均可利用迁移学习技术应用到不同的情境中。只需在新情境中对原有的决策算法进行微训练,即可实现对相似的学习问题的良好决策。这样,数据驱动决策便具有了“相同问题决策的再现、相同问题的自动新决策以及类似问题的自动决策”功能。

(三)数据启发决策与驱动决策的优化

机器基于数据特别是教育大数据所作的决策以相关关系为基础,而非以因果关系为基础。即使本次决策带来了良好的结果,也不能充分肯定这一决策是有效的决策。因此,教育者需要对机器所作的决策进行“认知”,得到关于此决策的见解:针对何种学习问题、进行了何种决策、决策结果如何。在此基础上对其解析,以确定机器的决策是否有效、是否需要教育者进一步调整教学策略、有没有更佳的决策,等等。这一过程也有助于教育者从良好的机器决策中得到启发,来优化自身的决策方案。

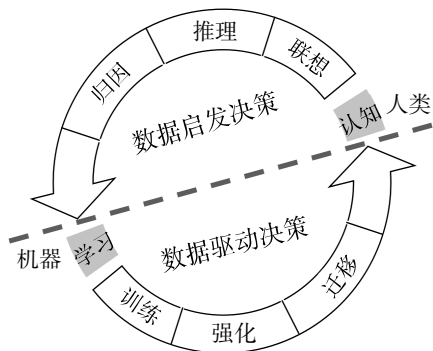


图3 数据决策的协同优化模式

个性化适性学习即是通过这种“机器不断通过‘学习’来获得教师教学智慧,教师通过‘认知’来评估机器决策、启发自身决策”来实现适性调整教学策略的。

五、新途径:人机协同决策的 适性调整教学方案

依据前面所述,个性化适性学习有三种实现途径,这三种途径除了仅关注个性化的某一方面外,还存在以下局限:途径一仅关注群组层面的不同划分;途径二过于依赖机器的相关性判断;历年《地平线报告》显示,途径三一直是一个很大的挑战。

由图1描述的关系图谱可知,途径一的粗粒度问题可由途径二弥补;途径二的相关性判断问题可由人机协同中的数据启发决策弥补,而《地平线报告》多次提及“适性学习能够作为实现个性化学习的可能路径”。基于此,笔者制定了个性化适性学习的适性调整教学方案谱系,为全面、精细地实现个性化适性学习描绘了新途径(图2中表示的“由适性轴经曲线方向到达个性轴”的路径),如图4所示。方案谱系以个性化适性学习的三个个性化层级为横坐标,以数据决策的两种类型为纵坐标,划分出“适性调整”的六个作用域。谱系中的曲线表示从左向右、从下向上的个性化适性学习实现路线。

路径分为三层,每层分为两阶段。个体特征层主要解决“学什么”的问题。该层的数据驱动决策阶段主要进行资源推荐,具体策略为推荐与个体特征相匹配的资源列表,或推荐相似个体特征的学习成功者所学的资源列表。列表按照匹配度从高到低排序,学生可主动选择最适合自己的资源来学习。该层的数据启发决策阶段主要进行内容设计,具体策略为:教师采用敏捷设计理念,为没有匹配成功的学习者设计学习内容。内容按照学习者个体特征的差异与变化通过多次迭代、增量逐步优化。

个人表现层主要针对“如何学”的问题。该层的数据驱动决策阶段主要进行活动指引,具体策略为:通过挖掘学生的表现数据来识别他/她的学习模式,如果模式显示学生存在问题且这个问题只是个别现象,则可以断定很可能是学生出了问题,需要调整该学生的学习活动。如果模式的问题是多数学生的问题,则可以断定很可能是教学方略出了问题,可以在数据启发决策阶段对学习方略进行基于问题导向的修正、优化。

个人发展层面向学生在个人愿景方面“学得如何”的问题。该层的数据驱动决策阶段通过监测学习结果,预测学生是否能够提前完成学习目标(具体策略可参考精准教学的以测辅学机制^[31]),如果是,则在当下的学习过程中推荐与其个人发展相吻合的、富有

挑战性的任务,促使学生在此方面得到拓展提升。该层的数据启发决策阶段,主要对学生在拓展提升时遇到的问题进行针对性的辅导,具体策略为:对多人遇到的相同问题采用集中辅导方式,对个人遇到的个别问题进行个别辅导。

这种新式途径按照个性化程度由低向高为学习者提供个性化的适性学习服务,很好地兼容并串联了差异化教学、适性学习、个性化学习。因此,这一途径为技术开发人员或实验校在原有的信息化成果的基础上实现个性化适性学习提供了路径。

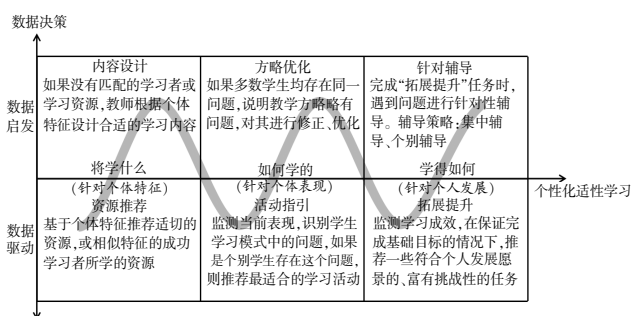


图4 人机协同决策的适性调整策略的方案谱系

六、实施:个性化适性学习的构建策略

上面从理论角度,解读了何为个性化适性学习(核心要素、理念及其框架)、如何实现个性化适性学习(基于数据决策+四条途径)。接下来,重点论述如何建构实施。

(一)构建个性化适性学习的切入点

个性化适性学习的核心理念与框架为其构建指明了工作方向:监测学习者在个体特征、个人表现、个人发展方面的差异与变化,适性调整教学方略。基于此工作方向,探析构建个性化适性学习的切入点。

比尔与美琳达·盖茨基金会(Bill & Melinda Gates Foundation)组织了一批慈善家、学习与技术团队,在一批教育工作者的帮助下,制定了个性化学习的操作定义。定义主要界定了个性化的四个属性:学习者画像(Learner Profiles)、能基发展(Competency-based Progression)、个人学习路径(Personal Learning)、柔性学习环境(Flexible Learning Environments)^[32]。学习者画像旨在精细地刻画每位学习者的优势、偏好、动机等个体特征;能基发展通过持续测评学习者在学习目标方面的个人表现来评估其知能进步情况;个人学习路径为学习者提供了一条实现个人发展的道路;柔性学习环境作为一种灵活的智慧学习环境,能够为适性调整教学方略提供功能支撑。可以看出,个性化适性学习的工作方向与这四个属性极其吻合。因此,可以

将这四个属性作为构建个性化适性学习的切入点。

(二)面向精准教学的构建策略

精准教学(Precision Instruction, PI)作为从技术赋能层面给养智慧学习生态的核心机制,与个性化适性学习的理念基本吻合。因此,笔者将从上述四个构建切入点出发,论述面向精准教学的构建策略。

1. 柔性学习环境的构建

柔性学习环境是一种灵活的智慧学习环境(Smart Learning Environment, SLE),作为数字学习环境的高端形态,智慧学习环境具有记录学习过程、识别学习情景、感知学习物理环境、联接学习社群、适性推送、自然交互等特点^[33-34],可以有效促进个性化适性学习发展。

柔性学习环境的建设应该基于教育信息化1.0的成果,并注重线上环境与线下环境并重建设。线下环境方面,重点面向感知智能的建设,主要包括情境感知、位置感知、行为感知、表情感知等。特别是近期教育部等八部门发布的《综合防控儿童青少年近视实施方案》^[35]规定“严禁学生将个人手机、平板电脑等电子产品带入课堂”“使用电子产品开展教学时长原则上不超过教学总时长的30%,原则上采用纸质作业”后,更多的“测量与记录表现”责任将由感知环境承担。线上环境方面,重点面向学习空间的建设,主要集中于教育数据挖掘与学习分析技术方向,二者是个性化适性学习决策的基础,前者可以将“数据”跃升为“知识”,后者可以将“知识”跃升为教学决策智慧(如图5上部所示)。

2. 学习者画像的构建

学习者画像是基于智能技术实现个性化适性学习的基础,它刻画了学习者个人及学习方面的特征信息(如图5左部所示)。在这方面,个性化适性学习关注三点:个体特征、个人表现、个人发展。因此,学习者画像的构建也应从这三个层面入手:属性层、学习层、愿景层。

属性层主要针对学习者个体特征,如学生的基本信息(姓名、学号、班级、年级等)、学习风格、学习兴趣等,这类数据多为结构化数据且较为稳定,因此,可建构表单或量表来获取这些数据,如果能建构智能监测模块来辅助数据的更新则更佳。学习层主要针对学习者当前的个人表现,这类数据多为非结构数据且处于实时变化状态,因此,需要在柔性学习环境中建设智能感知系统来监测学生的行为和情绪,建设大数据分析系统来挖掘、分析学生的实时状况,如学习状态、学习偏好、甚至学习模式等。愿景层针对学习者的个人

发展愿景,该层需要关注基本课程目标以及个人发展目标,这两者多为结构化数据,可通过制定表单来获取数据;教师制定的课程目标数据、学生希望的发展目标数据。

3. 能基发展的构建

能基发展(Competency-based Development)是个性化适性学习的核心部分,主要基于智慧评估技术来实现(如图5中部所示)。柔性学习环境作为一种灵活的智慧学习环境,可以隐式记录学生学习的全过程。为了精准地从中挖掘出学生的智能发展状况,需要依托适切的能力发展评估模型和智能评估技术。

能力评估模型方面,流行于我国的布鲁姆教育目标分类以及国际上流行的诺曼·韦伯(Norman L. Webb)的DOK(Deep of Knowledge)框架^[36]都既关注浅表学习的基本目标,也注重深度学习的高阶目标,符合智慧教育理念以及21世纪的学生核心素养。因此,可作为建构个性化适性学习的理论依据。另外,精准教学的核心评估指标流畅度(Fluency)不仅关注学习表现的“准确度(当前测验得分关注的指标)”,也关注学习表现的速度^[37],因此,构建能基发展时,选用流畅度作为计量指标是更好的选择。对于学习能力发展的可视化,可借助精准教学中的标准变速图表来呈现^[38]。智能评估方面,AI中的计算智能是当前需要构建的核心技术力量,特别是数据分析中的描述分析技术、预测分析技术以及处方分析技术。描述分析技术可描述学生当前的学习能力水平与发展状态,预测分析技术可以按照当前规律,预测后续的能力发展趋势如何,处方分析技术可以解析出最佳的个性化适性调整方案。

4. 个人学习路径的构建

个人学习路径即是上述的个性化适性调整方案。个性化适性学习认为每个学生均有差异,且学习的状况是动态变化的。这恰好与精准教学中的数据决策理念相吻合(如图5右部所示)。结合这一决策理念,路径可以采用以下建设方案:(1)基于学习者在画像中的三层数据,特别是学习层中的模式数据来决策学习路径的方向,而不仅仅依据个体特征(当前主流);(2)采用生成性路径推荐方式,即每次仅推荐最适切的下一个学习元,而不是每次推荐整条路径;(3)学习路径由学习元(含学习内容、学习活动、学习评价方案,且具有支架性和指引性)的编列组成,而不仅仅是知识编列、资源编列,或是活动编列。

当前,常用的个性化推荐算法有四类:协同过滤算法、基于内容的算法、基于知识的算法和混合算法。协同过滤算法的原理是相似学习者的适切学习元也相似,这种算法可以发掘学习者现在的需求且构建简单,不足之处是存在冷启动问题;基于内容的算法原理是依据学习者画像,推荐与他过去有过良好学习效果的类似学习元,这种算法需要集中于学习者画像的构建;基于知识的算法通过交互、会话等方式直接了解学习者需求,然后根据需求检索并推荐,不足之处是与学生的问答容易过于频繁;混合算法是混合上述三种算法的优势进行推荐,问题是多算法混合并不容易。这四种算法各有优势和不足,建构学习路径时,可以根据实际情况进行选择。

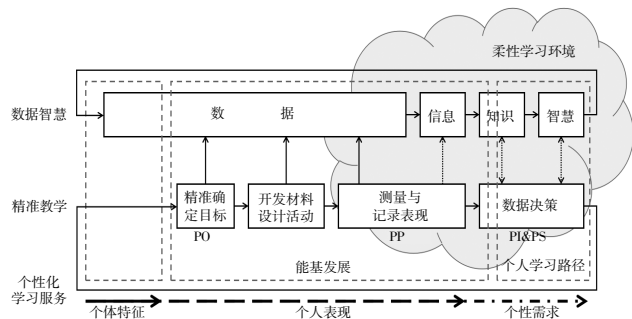


图5 面向精准教学的个性化适性学习构建框架

七、结 语

本研究从个性化学习与适性学习出发,介绍了一种融合二者的新型学习方案——个性化适性学习。具体讲,从这两种学习中解析出了个性化适性学习的核心要素:个体特征、个人表现、个人发展、适性调整;核心理念:通过技术赋能,实时监测学习者在个体特征、个人表现、个人发展方面的差异与变化,基于这些差异与变化及时地适性调整教学方略,从而实现有效教学。之后将“个性”“适性”相结合而构建了个性化适性学习框架,并从人机协同理念的角度出发,详细论述了个性化适性学习的数据决策策略,构建了一种适性调整教学策略的方案谱系。最后,笔者提出个性化适性学习的实施可从学习者画像、能基发展、个人学习路径、柔性学习环境四个方面切入,并详细解读了一种面向精准教学的个性化适性学习实施策略。

另外,本研究在探析个性化适性学习的同时,也窥探了人机协同在数据策略方面的机制与功用。后续,我们将由此切入,进一步开展智慧教育中的人机协同机制研究,形成系统的研究成果。

[参考文献]

- [1] HEY T, TANSLEY S, TOLLE K. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery [M]. Redmond, WA: Microsoft Research, 2009, 177-183.
- [2] 祝智庭, 沈德梅. 基于大数据的教育技术研究新范式[J]. 电化教育研究, 2013(10): 5-13.
- [3] 中华人民共和国教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[EB/OL]. (2010-07-29)[2017-02-28]. http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/info_list/201407/xxgk_171904.html.
- [4] 中华人民共和国教育部. 教育信息化十年发展规划(2011—2020年)[EB/OL]. (2012-03-13)[2017-05-21]. <http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3342/201203/133322.html>.
- [5] 中华人民共和国教育部. 教育信息化“十三五”规划[EB/OL]. (2016-06-07)[2017-05-21]. http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html.
- [6] 中华人民共和国教育部. 教育信息化2.0行动计划[EB/OL]. (2018-04-13)[2018-09-01]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.
- [7] NMC. ORG. Thenmc horizon project[EB/OL]. [2018-09-01]. <https://www.nmc.org/nmc-horizon/>.
- [8] 祝智庭, 管珏琪. “网络学习空间人人通”建设框架[J]. 中国电化教育, 2013(10): 1-7.
- [9] 王澍, 周霖. 关于因材施教的断想——做苏格拉底式还是做孔子式的教师?[J]. 上海教育科研, 2006(9): 26-27.
- [10] 吴刚. 大数据时代的个性化教育: 策略与实践[J]. 南京社会科学, 2015(7): 104-110.
- [11] WLEKLINSKI N. Skinner's teaching machine and programmed learning theory [EB/OL]. (2017-03-19)[2017-03-19]. http://people.ischool.illinois.edu/~chip/projects/timeline/1954teaching_machine.html.
- [12] WEISS D J, KINGSBURY G G. Application of computerized adaptive testing to educational problems [J]. Journal of educational measurement, 1984, 21(4): 361-375.
- [13] KNEWTON. Knewton adaptive learning: building the world's most powerful education recommendation engine[EB/OL]. [2017-03-19]. <https://www.knewton.com/wp-content/uploads/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf>.
- [14] GREEN-LERMAN H. Visualizing personalized learning [EB/OL]. (2015-09-10)[2017-03-19]. <https://www.knewton.com/resources/blog/adaptive-learning/visualizing-personalized-learning/>.
- [15] 万海鹏, 汪丹. 基于大数据的牛顿平台自适应学习机制分析——“教育大数据研究与实践专栏”之关键技术篇[J]. 现代教育技术, 2016, 26(5): 5-11.
- [16] U.S. Department of Education. Enhancing teaching and learning through educational data mining and learning analytics: an issue brief[R]. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, 2012: 17-18.
- [17] INACOL. What is personalized learning?[EB/OL]. (2016-02-17)[2017-05-22]. <http://www.inacol.org/news/what-is-personalized-learning/>.
- [18] DfES. 2020 Vision: report of the teaching and learning in 2020 review group[R]. Athlone: Department for Education and Skills, 2006: 3-6.
- [19] DREAMBOX. Personalized LEARNING[EB/OL]. [2017-05-22]. <http://www.dreambox.com/personalized-learning>.
- [20] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. Reimagining the role of technology in education: 2017 national education technology plan update[R]. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, 2017: 9.
- [21] ADAMS B S, CUMMINS M, DAVIS A. NMC horizon report: 2017 higher education edition [M]. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017.
- [22] BECTA. Personalising learning: the opportunities offered by technology[EB/OL]. (2007-03-27)[2017-05-22]. <http://archive.teachfind.com/becta/feandskills.becta.org.uk/display806e.html?resID=31571>.
- [23] EDUCAUSE. Adaptive learning systems: surviving the storm [EB/OL]. (2016-10-17)[2018-09-01]. <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm>.
- [24] 李克东. 网络环境下的个性化学习[EB/OL]. (2014-12-19)[2017-05-22]. <http://www.docin.com/p-1199857000.html>.
- [25] WATERS J K. The great adaptive learning experiment [EB/OL]. (2014-04-16)[2018-09-07]. <https://campustechnology.com/articles/2014/04/16/the-great-adaptive-learning-experiment.aspx>.
- [26] ASCD. Differentiated instruction [EB/OL]. (2018-09-07)[2018-09-07]. <http://www.ascd.org/research-a-topic/differentiated->

instruction-resources.aspx.

- [27] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. Transforming american education: learning powered by technology [R]. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, 2010.
- [28] 祝智庭, 彭红超, 雷云鹤. 智能教育: 智慧教育的实践路径[J]. 开放教育研究, 2018, 24(4): 13-24.
- [29] 祝智庭, 魏非. 教育信息化 2.0: 智能教育启程, 智慧教育领航[J]. 电化教育研究, 2018(9): 5-16.
- [30] 彭红超, 祝智庭. 人机协同的数据智慧机制: 智慧教育的数据价值炼金术[J]. 开放教育研究, 2018, 24(2): 41-50.
- [31] 彭红超, 祝智庭. 以测辅学: 智慧教育境域中精准教学的核心机制[J]. 电化教育研究, 2017(3): 94-103.
- [32] K-12 Education Team. Early progress: interim research on personalized learning [R]. Seattle, Washington: Bill & Melinda Gates Foundation, 2014: 6.
- [33] HUANG R, YANG J, ZHENG L. The components and functions of smart learning environments for easy, engaged and effective learning[J]. International journal for educational media and technology, 2013, 7(1): 4-14.
- [34] ZHU Z, YU M, RIEZEBOS P. A research framework of smart education[J]. Smart learning environments, 2016, 3(1): 1-17.
- [35] 中华人民共和国教育部, 国家卫生健康委员会, 国家体育总局, 等. 综合防控儿童青少年近视实施方案[EB/OL]. (2018-08-30) [2018-09-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/201808/t20180830_346672.html.
- [36] WEBB N L. Depth-of-knowledge levels for four content areas [EB/OL]. (2002-03-28) [2018-09-12]. <http://facstaff.wcer.wisc.edu/normw/All%20content%20areas%20%20DOK%20levels%2032802.doc>.
- [37] BINDER C. Precision teaching: measuring and attaining exemplary academic achievement[J]. Youth policy, 1988, 10(7): 12-15.
- [38] 祝智庭, 彭红超. 信息技术支持的高效知识教学: 激发精准教学的活力[J]. 中国电化教育, 2016(1): 17-25.

Analysis on Human-Machine Collaborative Decision-making for Personalized Adaptive Learning

PENG Hongchao¹, ZHU Zhiting²

(1. Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062;
2. School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062)

[Abstract] The emerging of big data has sprouted a new learning method, personalized adaptive learning. Based on the comparison between personalized learning and adaptive learning, this paper analyzes its core elements: individual characteristics, individual performance, personal development, and adaptive adjustment. Based on those core elements, this paper further defines the core concept of personalized adaptive learning: through technology enablement, learners' differences and changes in individual characteristics, individual performance and personal development can be monitored in real time, and teaching strategies can be adjusted timely to achieve effective teaching. Then, from the two pillars of personalized adaptive learning: "personality" and "adaptability", this paper constructs its conceptual framework. Based on the concept of human-machine collaboration, this paper discusses the strategies of data decision-making of personalized adaptive learning in detail, and constructs a scheme pedigree of adaptive adjustment of teaching strategies for human-machine collaborative decision support. Finally, this paper suggests that the implementation of personalized adaptive learning can begin from four aspects: learner profiles, competency-based development, personal learning, and flexible learning environments, and explains in detail an implementation strategy of personalized adaptive learning for precision instruction. It is hoped that this study can provide references for scholars to conduct follow-up studies and educators to explore practical approaches.

[Keywords] Data Decision-making; Personalized Learning; Adaptive Learning; Human-machine Collaboration; Precision Instruction