

# 人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析

彭红超<sup>1</sup>, 祝智庭<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>华东师范大学 教育信息技术学系, 上海 #\$\$\$%#; #华东师范大学 开放教育学院, 上海 #\$\$\$%#)

**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** G434.001 **文献标志码** A

**作者简介** 彭红超(1980-), 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。012345; 6789; 637; <=>": 72。祝智庭为通讯作者, 012345; ?@6A=<B: "B: 8A"B<A": 8。

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 (F3@148@8M40B P: 4B8: B) 这一第四科学研究范式<sup>[1]</sup>。在数据密集型科学的影响下, 个性化适性学习 (QBMN78354?B<, <3R@0B SB3M8489, Q, S) 成为第五代教育技术研究范式<sup>[2]</sup>, 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”<sup>[3]</sup>; 《教育信息化十年发展规划(2012—2022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”<sup>[4]</sup>; 《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”<sup>[5]</sup>; 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”<sup>[6]</sup>。

从历年《地平线报告》来看, 作为信息时代教育发展重要特征<sup>[7]</sup>的个性化学习 (QBMN78354?B< SB3M8489) 一直是教育信息化面临的挑战, 而适性学习 (QBMN78354?B<, <3R@0B SB3M8489) 能作为实现个性化学习的可能途径<sup>[8]</sup>。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 2015 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: DE, 1\*CC; !); 国家留学基金资助



以便有效的教他们<sup>[26]</sup>。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,



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<sup>[30]</sup>。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、有没有最佳的决策,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。

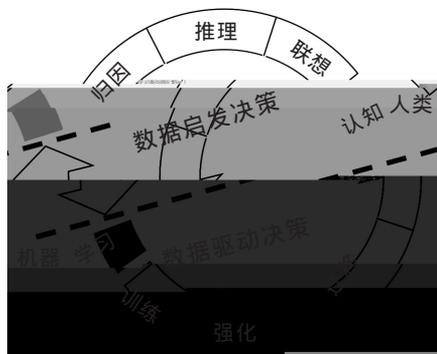


图3 数据决策的协同优化模式

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的方案谱系,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<sup>[31]</sup>),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。

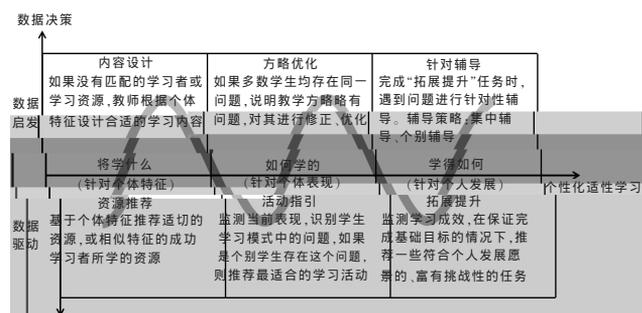


图1 人机协同决策的适性调整教略的方案谱系

## 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—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 Profile)、能基发展(Capability)、个人学习路径(Personal Learning Path)、柔性学习环境(Flexible Learning Environment)。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 Teaching)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(K=193 8.19/\*C E/F\*96/=./3,K8E),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,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&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》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%&M,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L上部所示)。

#### !1 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L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<sup>[36]</sup>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<sup>[37]</sup>,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<sup>[38]</sup>。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。

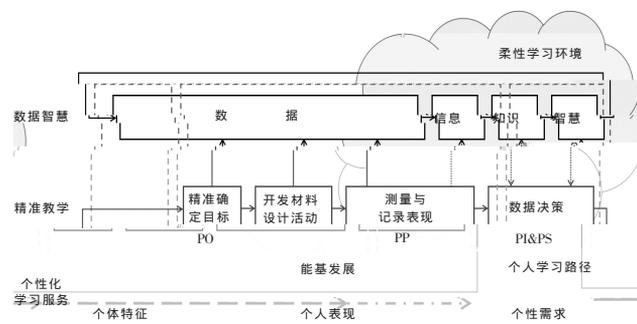


图5 面向精准教学的个性化适性学习构建框架

## 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](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](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](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]. #2006 9"\$26-27. 上海教育科研
- [10] . 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](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] DEES.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](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 Hongchao<sup>1</sup>, ZHU Zhiting<sup>2</sup>

(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