

自适应学习模型的构建及其实现策略*

吴南中

(重庆广播电视大学 大数据应用研究院, 重庆 401520)



摘要: 文章在归纳总结学习的若干影响因素的基础上, 将自适应系数定义为学习压力与学习能力的比值, 并构建了自适应学习模型, 将学习状态分为自适应区、“无聊”状态和“焦虑”状态。建设自适应学习系统的目的是让学习者停留在自适应区, 为此文章设计了自适应学习模型的运行流程, 并提出可从学习者建模、大数据系统的支持、体系化资源生态的形成、系统设计的多样化呈现、终端模型的有效规范等多方面来实现。文章的研究结果旨在提升在线学习的自适应程度和学习绩效。

关键词: 自适应学习; 学习模型; 实现策略; 教育大数据

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2017) 09—0012—07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2017.09.002

众所周知, 做与自身能力相适应的事情不仅是一种幸福体验, 而且能带来更高的绩效产出。心理学研究指出, 当人所感知到的活动挑战性与技能水平平衡时, 能有效提升人的情绪体验^[1]。在线教育领域不断探索提升学习者学习适应程度的技术与理论, 以满足教育从规模化向分散化、生态化、生命化、网络化和个性化教育的转变^[2]。大数据技术、云计算技术、情境捕捉技术等在学习领域的应用, 支持各种自适应学习系统不断优化升级, 从而“为提供灵活的教育机会提供了路径”^[3]。祝智庭等^[4]指出, 个性化自适应学习将成为以大数据为基础的教育研究新范式。这种说法得到了何克抗^[5]的充分肯定, 并认为是“创新之举”。笔者认为: “在线学习不再是严格的自我激发、自定步调、自定结果的自主学习, 而是通过大数据感知学习者需求和行为倾向, 帮助学习者选择与其基础适应的个性化学习。”^[6]然而, 实现自适应学习终究是一种挑战, 自适应学习的影响因素及其各影响因素之间的作用机制不明, 就无法构建真正的自适应系统, “自适应学习”也就难以实现“改变游戏规则、促进学生个性化学习的潜力”^[7]。基于此, 本研究尝试构建自适应学习模型, 通过大数据准确把握学习者的学习能力和学习压力, 提供与此相适应的内容、交互和学习支持, 以增强学习者的“学习获得感”和“学习驾驭感”、提升其自适应水平。

一 自适应学习的研究现状

不同视角的学习论(如“信息加工”论、“知识构建”论等^[8])对“什么是学习”有不同的认识。但不管从何种视角, 学习者和社会及环境之间的关系都凸显了学习的共同特征: 学习必须通过学习者改变而实现价值。正如英国物理学家 Hawking 所言: “学习是一个复杂的系统, 无法计量, 具有明显的目的和指向, 学习系统内部主体根据自身信息选择学习行为”^[9], 由此深刻揭露了学习者自身在学习中的价值。随后, 学界提出了“适应性主体”的概念, 从大脑机能、具身反应等方面探索学习者与学习环境的互动状态, 试图找出学习的思维机制, 构建学习者适应学习状态时的表现和各种关系。更多的研究者则从实践入手, 探索与学习者互动的自适应系统。如匹茨堡大学的 Brusilovsky 利用学习者的已有信息建模, 开发了 InteBook、ELM-ART 等学习系统^[10], 试图打造与学习者状态相吻合的学习环境。在此基础上, 爱因霍芬科技大学的 DeBra、墨尔本皇家理工大学的 Wolf 等研发了 AHA!、iWeaver 等个性化超媒体系统^[11]。此外,

我国的余胜泉^[12]、陈品德^[13]、张剑平等^[14]、姜强等^[15]也在理论与实践上进行了一些探索。

整体而言，自适应学习是指根据学习者的已有信息，建立用户适应模型，实现个性化内容呈现、路径推荐和学习支持。在已有的探索中，有几个不足得到了研究者的共同关注：①学习基础主导的自适应会限制学习者的创造性发展；②各类系统很少关注情绪、环境等主观或客观情况，数据的挖掘仅限于已有的“学习者标签”；③学习者状态与系统的交互缺乏有效的模型沟通，不能实现真正的实时反馈，不能有效捕捉学习者的实时需求，导致学习者在学习过程中的“自我把控感”不强；④什么状态才是自适应状态？达到什么程度才能进入适应区域？对此并没有准确的定义，研究也不够深入。因此，构建自适应学习模型，区分不同状态下的学习者并融入学习者的主观能动性，实现个体与系统的有效对接，是在线教育需要解决的重要问题。

二 自适应学习模型的构建及其解释

根据国内外的相关研究成果^{[16][17][18][19]}，结合本研究与相关专家的探讨，本研究将学习的影响因素整合成两大类、五个子集，如表 1 所示。

表 1 学习的影响因素

类 型	子 集	主要内容
内部因素	学习者变量	学习经历、社会经历、动机与情感、认知因素、元认知因素、精神运动、时间投入（自主）、学习期待
	政策变量	人口政策、教育政策、家长参与政策
外部因素	社会变量	社会文化、教师社会地位、家长社会阶层、社区关系、同伴关系、职业分层与职业竞争
	学校变量	学校文化、学校范围的政策与组织、教师组织与共同体、家长参与的便利性、学校与社会的交互程度、学习时间安排（校内）、课外时间场地使用
	教学交互变量	课堂氛围塑造、课堂实施支持、课堂教学模式、内容复杂程度、教学时间（学时）、课堂评价方式、师生交互（社会性交互和学术性交互）、学习共同体

在自适应学习时间领域，仅考虑单一因素或少量因素的研究较多。但实际上，在学习过程中各种因素都会影响学习者的适应程度。因此，自适应学习模型的构建和系统的开发需要考虑所有相关影响因素，并进行学习者个体模型的教学实践和数据推演。通过实践、推演和专家探讨，本研究尝试构建了自适应学习的方程式，如公式（1）、公式（2）所示。

自适应系数=学习压力/学习能力=Y/X=C

公式（1）

位置矢量： $\wedge P_i=(X_iY_i)$

公式（2）

自适应学习方程式的基本思想是：学习压力增高，会增强学习者接受挑战的欲望；学习能力提升，会提高学习者的学习效率。当 Y 与 X 的比值为 1 时，形成函数 Y=X 的直线，此时学习压力和学习能力相适应、相关的学习内容与学习者期待相适应——本研究将这条直线命名为“自适应线”。学习要想实现自适应，位置矢量 $\wedge P_i$ 落在自适应线的周围区域——本研究将这个区域称为“自适应区”。围绕两端边界和“自适应线”，往上显示为“难度较高的适应区域”，自适应系数大于 1 而小于 1.2 时，为学习者的“积极区间”，即学习者通过努力可以实现基本适应；往下显示为“难度较低的适应区域”，自适应系数小于 1 而大于 0.8 时，为学习者的“轻松区间”，

即学习者不需耗费太多的时间和精力就能适应学习的强度，认知负荷相对较低。据此，本研究构建了自适应学习模型，如图1所示。

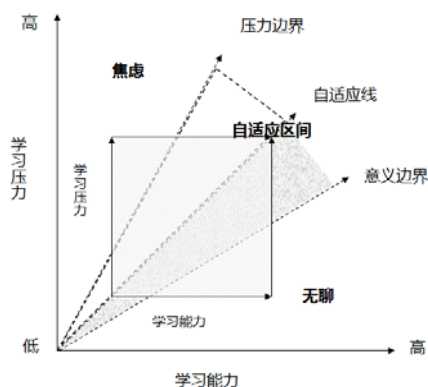


图1 自适应学习模型

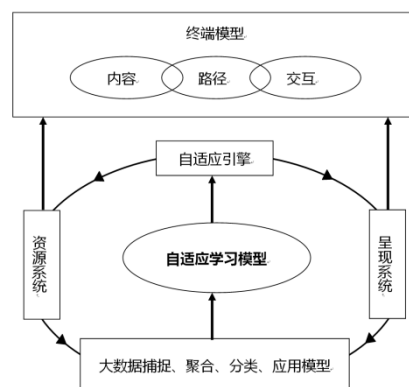


图2 自适应学习模型的运行流程

1 自适应学习模型解释

①“自适应线”。在自适应线上，学习能力与学习压力完全吻合，C值等于1，学习者所感知的学习难度与自身知识、技能和能力完全相当，环境舒适，学习者能对学习保持高度投入、对学习任务有最好的控制感、学习符合自身的预期。让学习者处在这种状态，是建设自适应学习系统的努力方向。

②“自适应区”。位置矢量 ΔP_i 落在“自适应线”的周围区域，靠上线条为“压力边界”，若超出压力边界会导致压力失控；靠下线条为“意义边界”，若超出意义边界就不能充分发挥学习潜能。当位置矢量 ΔP_i 落在自适应区时，学习者所感知的学习难度与自身知识、技能和能力基本相当，环境变量处于基本舒适空间，学习者能在一定时间内对学习保持较高投入、对学习任务有一定的控制感、学习基本符合自身的预期。C值在0.8~1.2之间的区域可被认为是适应区域。此外，从自适应线开始靠近压力边界的区域，本研究将其命名为“积极区间”，适合开展集中学习；从自适应线开始靠近意义边界的区域，本研究将其命名为“轻松区间”，适合开展分散学习。

③“无聊”状态。当位置矢量 ΔP_i 落在“自适应区”往下超出意义边界，即C值小于0.8时，学习者的学习能力较强，但学习压力较低；较易接受所学内容，但不能充分发挥学习潜力；对学习不能持续投入，对学习任务有较强的控制感，但学习不符合自身的预期。长期下去，学习者会逐渐偏离学习目标，去做与学习无关的事情（如玩手机），处于学习的“无聊”状态。

④“焦虑”状态。当位置矢量 ΔP_i 落在“自适应区”往上超出压力边界，即C值大于1.2时，学习者的学习压力过高，学习能力也较低，无法承受学习的认知负荷，不能取得理想的学习效果，容易出现“避免失败的逃避”，处于学习的“焦虑”状态。

2 学习压力计算公式及其数据的获取

学习压力的来源既有内因也有外因——内因包括动机与情感因素、学习期待、元认知因素、认知因素等，外因则包括课题教学模式、教学氛围等。可用公式（3）进行学习压力计算。

$$Y = \sum_{i=0}^n (i_0 A_0 + i_1 A_1 + i_2 A_2 + \cdots + i_n A_n) / (n+1) \quad \text{公式(3)}$$

在公式(3)中, i_n 为系数, A_n 为压力影响因素。最初的学习压力值根据经验生成, 通过后期开展的相关性分析不断调试。在调试过程中, 数据显得尤其重要——真实的学习者状态与系统之间的交互需要数据作支撑。 i_n 的另外一个作用是使 Y 的总值与 X 值的比例保持平衡。从目前的状况来看, 最初的压力值需要根据实践数据多次调整, 无法通过系统产生准确的系数值。因此, i_n 的数值需要根据互动的效果、学习者的主观体验进行调试。

3 学习能力计算公式及其数据的获取

学习能力的影响因素也有内因和外因——内因包括学习经历、社会经历、动机与情感、学习期待、精神运动等, 外因则包括教育政策、教师素质、内容复杂程度等。学习能力计算公式如公式(4)所示。

$$X = \sum_{i=0}^n (i_0 B_0 + i_1 B_1 + i_2 B_2 + \cdots + i_n B_n) / (n+1) \quad \text{公式(4)}$$

在公式(4)中, B_n 为学习能力影响因素; i_n 为系数, 作用与公式(3)相同。需要注意的是, 清晰地区分某一个因素对学习压力、学习能力的影响, 需要后期进行大量的数据调试。比如, 学习期待主要转化为学习压力, 但一定的学习期待也是对学习能力的支持。

三 自适应学习模型的实现策略

1 模型运行流程的设计

目前, 在自适应学习研究领域, 研究者已提出了 AHAM 模型、LAOS 模型、XAHM 模型等。姜强等^[20]通过整合国内外的一些研究成果, 构建了“面向服务的自适应学习提醒的参考模型”, 其核心也是自适应学习模型。为了更好展现学习者建模、引擎读取、资源调整、呈现改变等之间的关系和作用, 本研究设计了自适应学习模型的运行流程, 如图 2 所示。此运行流程的实现涉及六大块内容: ①自适应学习模型是运行的核心, 解决的是学习者自适应位置的核心算法问题; ②大数据捕捉、聚合、分类、应用模型是支持自适应学习模型建设的数据系统, 通过数据的获取判断学习者的学习状态, 生成学习者模型; ③自适应引擎能读取自适应学习模型中学习者的身份和需求, 并根据学习者模型, 执行适应性规则, 是与资源和呈现方式对接的输出性模块; ④资源系统是按照学习者的不同风格、不同层级而建设的学习资源系统, 并为当前的学习内容提前配备相关的学习资源, 实现与自适应引擎的自动配合; ⑤呈现系统是学习的导航系统, 即根据内容的系统性和学习的连续性, 生成结构化的不同组合体; ⑥终端模型是基于内部数据的梳理而呈现给学习者的界面, 包括内容、路径和交互等三个单元。

2 模型运行流程的实现

(1) 学习者建模

根据 C 值判断学习者是否处于自适应区, 还需考虑不同学习者的不同学习习惯、学习情境等因素, 通过与系统的互动对 C 值进行不断调试。由于学习者基础、认知期待等已蕴含在“适应区域”的计算之中, 故学习者建模时还需考虑同一学习者所对应的不同学习场景(如移动学习对应的是碎片化学习、电脑终端对应的是系统化学习), 形成学习者的不同用户模型, 实现资源的分配、路径的导航、学习服务的个性化支持。学习者建模是自适应系统运行的核心, 只有准确建模, 才能保证系统支持学习者处于自适应状态——获取的信息越全面、充分, 计算的公式越科学, 自适应状态就越好, 但理想的完全自适应状态是不存在的。

(2) 大数据系统的支持

大数据系统在自适应学习模型运行中扮演核心支持的角色：①X、Y 值的测量需要大数据的支持。利用现有的大数据技术对学习者的学习过程的影响因素进行清晰记录，使学习者发生的变化有具体的数据依据，判断学习者是否处于自适应区就会更加精准。②整个流程的运行有赖于大数据的支持。如资源系统的建立需要根据学习者的学习风格数据，当学习压力和学习能力触发资源的需求时，自适应引擎能很快根据不同的学习需求找到相关资源。

(3) 体系化资源生态的形成

资源是支持学习者开展学习的内容、媒体以及和学习场域构建相关的要素，是自适应学习理论与实践的基本条件。按照课程理解的观点，与自身“期待阈”产生准确互动的资源是引起学习者关注、好奇和感兴趣的起点^[21]，资源建设需要准确把握不同层级的学习者期待阈，并以此设计不同层次的资源。不同的学习场景需要不同的资源支持，如移动终端一般适用小微资源，而电脑终端更适应较长资源。清晰把握不同学习者、不同场景下的不同需求，需要形成“长短结合”的资源体系。

(4) 系统设计的多样化呈现

呈现系统设计是指根据学习者的不同类别，前置性地设计一些路径及组合方式，如针对场依存型、场独立型的学习者进行不同的路径设计。如果说资源是基本条件，那么呈现系统就是自适应学习的过程保障。呈现系统通过分析学习者的学习情况和资源现状，呈现最佳的学习路径或者向学习者推荐最佳路径。需要指出的是，呈现系统设计指的是一种可能性，而不是直接给学习者的导航路径，其建设的要义是按照各种不同的学习者模型，设计尽可能多的路径，并建立各个路径的标签，使得学习者的信息一出来，便可及时调出相应的路径，输送给终端进行呈现。具体来说，可以按照学习者作用机制的核心要素——“动力、作用形式和表现特征”^[22]，来设计多元呈现系统，每个路径应包含激发因素、作用形式和构建策略。

(5) 终端模型的有效规范

终端模型是呈现在学习者界面的“视窗”，是学习行为发生的直接界面，是学习体验的关键组成，主要包括：①内容界面，是学习者的“第一文本”，主要是让学习者有参与学习的冲动。②路径界面，是对学习者的导航，学习者按照导航的内容组合学习顺序，自适应系统进行恰当的引导——其中，“知识树”、“任务地图”等是导航的有效策略；同时，按照先行组织者策略，“给学习任务呈现一种引导性材料，这种材料较之于学习任务有较高的抽象、概况和综合水平，可以有效学习新材料”^[23]。③交互界面，既是教学支持服务的重要内容，也是发挥学习共同体作用、实际测量适应程度等的有效数据来源。学习共同体通过分享有效学习资源、共同解决问题、在情感上相互支持等，对学习具有积极意义^[24]，也是衡量学习者自适应程度的有效指标。一般来说，深层次交互的频率越高，表明学习的参与程度越高，学习者的自适应性越强。

3 模型及模型运行流程相关实践的讨论

在构建自适应学习模型、实现自适应学习模型运行流程的过程中，本研究遇到了如下困难：

①学习者是否处于自适应状态判定难度较大。本研究构建了自适应学习模型，并以“终身学习与职业发展”课程为载体进行了实践，从2016年参与在线学习的631名开放教育学习者中随机选取了15名学习者进行深度访谈，结果发现：只有7名学习者认同所学的内容符合自身的期待，学习较为适应。虽然不能完全判断是否提升了学习者的自适应状态，但并不能说自适应

学习模型没有意义。相较于笔者所开设的另一门课程“心理学与健康生活”而言,学习者参与“终身学习与职业发展”课程学习的过程中鼠标点击次数、单次投入时间、参与交互次数等数据情况有明显的优化。

②资源体系的建设需要整个教育系统的共同作用,挑战难度很大。在校级课题“基于自适应学习的在线课程开发”和校级精品资源课的双重支持下,笔者所在的研究团队建设了“终身学习与职业发展”课程的“碎片+结构+层次”多种形式的资源。而根据学习者状态配置资源,增加了资源的数量、层次、呈现方式上的要求,故现有资源的不适应还是比较明显。

③个体数据收集存在一定的困难。由于缺乏真正的智慧学习环境,情境捕捉技术发展离真正使用还有一段距离,使个体数据收集具有一定难度。双向互动是推进自适应学习、构建自适应学习模型的有效方式。如在“心理学与健康生活”的网络课程建设中,笔者采用“问卷前置”,实施“自主选择+必修”的模式^[25],较好地把握了学习者的需求。在个体数据无法完整形成数据链的现实环境中,这种双向互动的方式是在数据不充分基础上构建自适应学习模型的有效补充。

四 结语

自适应学习的出发点是找到学习的舒适区域,并构建与之相符的内容与路径,使学习者更加积极主动地学习,并挖掘学习的潜能。本研究构建的自适应学习模型是一种尝试将学习者个性特征与学习内容相匹配的研究范式,其出发点是提升学习效果,主要应用于在线学习。本研究构建了自适应学习模型,并结合相关的实践,提出了自适应学习模型的运行流程,以及支持该流程顺畅运行所需要的系统保障。但是,由于影响学习的因素还没有完全揭示,且涉及本研究的部分关键技术尚没有完全成熟,尤其是通过大数据技术收集的学习者相关数据还不够全面、准确,故自适应学习模型及其运行流程还有待进一步完善。期待更多的研究者参与进来,采集影响因素更全面、技术更成熟、范围更广泛的数据样本,推动自适应学习理论模型的不断完善及顺畅运行。

参考文献

- [1]任俊,施静,马甜语.Flow 研究概述[J].心理科学进展,2009,(1):210-217.
- [2]周洪宇,鲍成中.扑面而来的第三次教育革命[N].中国教育报,2014-5-2(7).
- [3](美)新媒体联盟(NMC).北京开放大学项目组译.新媒体联盟地平线报告(2015 高等教育版)[J].北京:北京广播电视大学学报,2015,(2):1-18.
- [4]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.
- [5]何克抗.大数据面面观[J].电化教育研究,2014,(10):8-16、22.
- [6]吴南中.论在线学习范式的变迁:从自主学习到自适应学习[J].现代远距离教育,2016,(3):42-48.
- [7]董晓辉,杨晓宏,张学军.自适应学习技术研究现状与展望[J].电化教育研究,2017,(2):91-97、121.
- [8](美)Spector J M, Merrill M D, Elen J 等著.任友群,焦建利,刘美凤,等译.教育传播与技术研究手册(上册)[M].上海:华东师范大学出版社,2015:16-30.
- [9]时龙.自适应学习的方法论探析[J].教育科学研究,2015,(9):5-13、22.
- [10]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.

- [11]姜强.自适应学习系统支持模型与实现机制研究[D].长春:东北师范大学,2012:16-18.
- [12]余胜泉.适应性学习——远程教育发展的趋势[J].开放教育研究,2000,(3):12-15.
- [13]陈品德.基于WEB的适应性学习支持系统研究[D].广州:华南师范大学,2003:7-12.
- [14]张剑平,陈仕品,张家华.网络学习及其适应性学习支持系统研究[M].北京:科学出版社,2010:6.
- [15]姜强,赵蔚,王朋娇,等.基于大数据的个性化自适应在线学习分析模型及实现[J].中国电化教育,2015,(1):85-92.
- [16]金传宝,王学军.影响学习的因素有哪些——对美国文献资料的内容分析[J].山东师范大学学报(人文社会科学版),2005,(2):117-121.
- [17]张家华,张剑平.网络学习的影响因素及其LICE模型[J].电化教育研究,2009,(6):73-77.
- [18]Webster J, Hackley P. Teaching effectiveness in technology-mediated distance learning[J]. Academy of Management Journal, 1997,(6):1282-1309.
- [19]Hill J R, Hannafin M J. Cognitive strategies and learning from the world wide web[J]. Educational Technology Research & Development, 1997,(4):37-64.
- [20]姜强,赵蔚.自适应学习系统述评及其优化机制研究[J].现代远距离教育,2011,(6):57-63.
- [21]吴南中.理解课程——MOOC教学设计的内在逻辑[J].电化教育研究,2015,(3):29-33、88.
- [22]马颖峰,罗晓,白羽.基于多元动机框架理论的教育游戏设计[J].远程教育杂志,2015,(6):99-105.
- [23]陈琦,刘儒德.当代教育心理学(第二版)[M].北京:北京师范大学出版社,2005:86.
- [24]赵呈领,闫莎莎,杨婷婷.非正式网络学习共同体深度互动影响因素分析[J].现代远程教育研究,2013,(1):101-107.
- [25]吴南中.教育大数据应用于MOOC的资源开发范式研究[J].中国远程教育,2015,(8):23-29.

The Construction and Implementing Strategies of Adaptive Learning Model

WU Nan-zhong

(Big Data Application & Research Institute, Chongqing Radio & TV University, Chongqing, China 401520)

Abstract: Based on the analysis of the influencing factors of learning, this article defined the adaptive coefficient as the ratio of learning stress to the learning ability, constructed adaptive learning model, and divided learning status into the self-adaptive area, the “boredom” state and the “anxiety” state. The purpose of building adaptive learning system was to keep learners stay in the adaptive range. Thus, this article designed the operational scheme of the self-adaptive learning model and put forward that the adaptive learning system can be realized from the aspects of the learner modelling, the support of big data system, the formation of systematic resource ecology, the diversified presentations of system design, the effective and valid terminal models. The results of this article were aimed at improving the self-adaptiveness and learning efficiency of the online learning.

Keywords: adaptive learning; learning model; implementing strategies; educational big data

*基金项目: 本文为2017年度重庆市教委科学技术研究项目“在线教育大数据挖掘技术与理解模型建构研究”(项目编号: KJ1737457)、2016年教育部人文社会科学研究西部和边疆地区规划基金项目“我国在线教育体系建设研究”(项目编号: 16XJA880004)、2016年度重庆广播电视大学教改重点项目“基于自适应学习的MOOC资源建设理论与实践——以《终身学习与职业发展》为例”(项目编号: DDJG1601101)的阶段性研究成果。

作者简介: 吴南中, 副教授, 硕士, 研究方向为在线学习、学分银行, 邮箱为 yiqizou@126.com。

收稿日期: 2017年4月9日

编辑: 小米