

# 促进个性化学习的理论、技术与方法

——对美国《教育传播与技术研究手册(第四版)》的学习与思考之三

何克抗

(北京师范大学“未来教育”高精尖创新中心,北京 100875)

**【摘要】** 本文首先介绍了“个性化学习”的由来,然后从“促进个性化学习的核心理论——学习者建模”“促进个性化学习的关键技术之一——人工智能”和“促进个性化学习的关键技术之二——教育数据挖掘”等三个方面,对促进“个性化学习”的理论、技术与方法作了较全面、深入的论述。由于人工智能技术用于促进个性化学习,主要是通过智能技术所支持的“适应性教学系统”实现,所以本文最后强调,适应性系统的研发必须满足“四维适应”的需求。

**【关键词】** 个性化学习;学习者建模;人工智能;教育数据挖掘;适应性教学;自适应教学

**【中图分类号】** G40 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-2179(2017)02-0013-09

## 一、导言——“个性化学习”的由来

《教育传播与技术研究手册(第四版)》第四部分“一般教学策略”篇的第34章专门介绍了“促进个性化学习、教学和绩效的先进技术”(任友群等,2015)。该章内容主要涉及三个方面:一是促进个性化学习的核心理论——学习者建模;二是促进个性化学习的关键技术之一——人工智能;三是促进个性化学习的关键技术之二——教育数据挖掘。

“个性化教学”最早出现于凯勒(Keller)提出的个性化教学系统(personalized system instruction,简称PSI)(Lockee et al., 2008)。二十世纪七十年代,凯勒(Keller, 1974)已对个性化教学系统开展了近十年的研究,并展望了个性化教学的未来发展,声称“我们需要技术,我们需要改革,没有什么理由

说明它们是不能一起发挥作用的。……今天我们拥有的证据使我们相信个性化教学将会生存下去——传统教育的日子屈指可数。”

人工智能技术的发展(尤其是这一领域“自适应技术”的发展),为个性化教学提供了强有力的支持。不同学习者有不同的个性化需求,可以说这种需求是千变万化的。在信息技术尚未出现或仍处于萌芽时期,要想适应不同学习者的不同需求,真正实现个性化教学,是根本不可能的,甚至是无法想象的。但是,二十世纪九十年代以来,随着以多媒体计算机和网络通信为标志的信息技术的迅猛发展,人工智能技术(包括“自适应技术”)有了新的突破,出现一批“智能代理”型适应性教学系统(Shute & Zapata-Rivera, 2008)。这类系统既能基于认知特点的自动识别,支持和促进学习者对复杂、抽象概念的

**【收稿日期】**2016-10-03 **【修回日期】**2017-02-20 **【DOI编码】**10.13966/j.cnki.kfjyyj.2017.02.002

**【作者简介】**何克抗,北京师范大学教育技术学院教授,东北师范大学荣誉教授(终身教授),北京师范大学现代教育技术研究所所长,2001年6月至2006年5月任教育部高等学校教育技术学专业教学指导委员会主任;先后还担任过全国教师教育信息化专家委员会主任、中国教育技术协会学术委员会主任、全球华人计算机教育应用学会(GCCCE)第一副主席和国际著名刊物《计算机辅助学习》(Journal of Computer Assisted Learning)编委等学术职务。

学习与理解,又能基于情感态度的自动辨别与感知,为学习者提供适应其个人爱好的学习资源与学习方式。这样,个性化教学就不再停留在理论和观念层面,而是可以落实到某些学科的实际教学过程中(至少对某些学科的部分内容能做到这点),这就是在若干学科(主要是理工科和医科)的课程教学中之所以会有一批以“智能代理”形式出现的“个性化教学系统”(也有人称之为“适应性教学系统”)的背景与由来。

教学的目的最终是为了促进学习者的学习。从学习者的角度看有利于个性化教学的系统自然也是有利于促进个性化学习的系统。一般认为,这是近年来“个性化教学系统”逐渐被“个性化学习系统”所取代(或是两种说法并存)的原因所在。我个人认为,这种说法的改变只是表面现象,而非本质上的原因,这种“说法”改变的根本原因,应该与建构主义有关。众所周知,二十世纪九十年代以来,建构主义随着信息技术的迅速普及而广泛流行;建构主义所倡导的“以学生为中心”的教育思想和“自主探究、自主发现”的教学观念在整个九十年代(甚至到21世纪初)都占据全球教育界统治地位的主流教育思想与教学观念——“对教师如何教”的关注,完全被“对学生如何学”的关注所取代。在这样的背景下,“个性化教学系统”的名称让位给“个性化学习系统”,也就顺理成章了(直至进入21世纪以后,特别是2005到2006年美国爆发“建构主义教学——成功还是失败?”的大辩论后,“以学生为中心”教育思想的统治地位才开始发生动摇)。

## 二、促进个性化学习的核心理论 ——学习者建模

关于“学习者建模”,相关文献也称之为“学生建模”或“用户建模”(超媒体和Web应用领域的教学研究人员比较爱用“用户建模”这一术语)。这种模型是创建能够提供个性化学习的适应性系统的关键与核心。模型包含的相关信息越多,系统的适应性能力就越强,学习过程的个性化程度就越高。学习者模型应包含哪些类型的信息,完全取决于教师或开发者的研究目标。

### (一) 学习者的静态与动态模型

学习者模型的复杂程度差异很大,可以是很基

本的模型——仅包含一个或几个可用于调整教学的“学习者特征”(如先前的知识、学习风格、认知特点、学习动机等),也可以是更先进的、高度动态的模型(见下文)。在学习者进入学习环境之前就已建好的学习者模型,一般称为学习者的“静态模型”(Vandewaetere et al., 2011);反之,在学习者进入学习环境后,在学习过程中逐渐建立起来的学习者模型,被称之为学习者的“动态模型”。

过去十年里,由于信息技术的快速发展,计算能力有了极大提升,产生了更高级、复杂的学习模型——“适应性教学系统”。所谓“适应性”,是利用基于先前学习任务的测量所获得的若干学习者特征,来建构学习者模型(静态模型)。这类模型包含较多的一般性信息(Rich, 1979),可将学习者按照事先确定的学习者特征归类,并分成若干小组,然后依据不同的学习者特征为各组选择不同的教学策略,从而体现该系统的“自适应特性”(自动具有某种“适应性”)。特朗特菲洛(Triantafyllou et al., 2004)等人的研究充分展示了这种基于学习者“静态模型”而建立的“适应性教学系统”的功能与特色——该系统的静态模型包括“认知风格”(即属于“场独立”型或“场依存”型),并据此为不同学习者提供不同的教学方式与策略。该系统的重要缺陷是完全依赖静态模型,而忽视背景因素和实际情境(有些学习者特征会因背景或情境的变化而改变,这就使适应性教学系统的效果会因情境不同而受影响)。此外,该系统还未能把所有同等相关的“学习者特征”都包含在静态模型中,从而使其“适应性”功能受限制,这是该系统的另一个不足。这些问题只有依靠“动态建模”才有可能解决。

动态建模的方法是“基于特征的建模”(Feature-based Modeling),这种方法可以捕捉学习者的个人特征,动态跟踪学习者个人特征的变化,还可在学习者与环境交互(人机交互、师生交互、生生交互)的过程中获取相关信息,随时更新和扩展模型。目前这种精细化的动态建模方法(即特征建模法)已成为基于Web的适应性教学系统中建模的主流方法与技术(Brusilovsky & Millan, 2007)。

动态建模还有一种方法是“原型建模”,就是完全根据学习者特征的原型,对学习者的进行分类。这种方法通常不单独使用,而是和“基于特征的建模”

有机整合在一起——在这种整合后的新方法中,第一步就是根据“原型建模”将学习者进行分类;第二步是激活学习者个体的“动态模型”(通过“基于特征建模”方法建立的“动态模型”)(Tsiriga & Virvou, 2003)。通过这种基于学习者“动态模型”建立的“自适应教学系统”,教师能够很容易地识别出“新用户”和“新学习者”(Brusilovsky & Millan, 2007),并随时了解和掌握学习者在不同学习情境下的动态特征,因而这能弥补和克服基于“静态模型”建立的“适应性教学系统”的不足。

### (二) 建立学习者模型的关键技术

上面提到,动态建模主要使用“基于特征”的建模方法,这种方法要通过人工智能领域的“机器学习技术”才可能实现。机器学习技术可以识别学习者的特点与行为模式,并将这些特点与模式随时融合到学习者模型中。在学习者不愿意或不能给出关于自身行为反馈信息的场合,这种“全程测量”并使用“软计算”方式(模糊逻辑是“软计算”中的常用手段)的技术,已成为机器学习领域很有前景的先进技术(Frias-Martinez et al., 2005)——事实上,专家们认为,模糊逻辑这种方式更适合于表征人类导师评估学习者的方式(Fazlollahtabar & Mahdavi, 2009; Jeremic et al., 2009; Xu & Wang, 2006)。

机器学习技术关注神经网络,可以预测学习者的反应和错误。基于对学习者的反应的预测,它还可提供适应性学习路径(Beck, Jia, Sison, & Mostow, 2003; Beck & Woolf, 2000)。

在机器学习中,除模糊逻辑外,研究者还报告了“贝叶斯概率”方法的应用。例如,伽西亚等人(Garcia et al., 2007)用基于“贝叶斯概率”方法处理教学过程中的许多变量,特别是为了检测不同学习者的学习风格,构建了贝叶斯网络。另外,有些学者在创建学生模型的过程中也成功地应用了贝叶斯网络(Conati et al., 2002)。

### (三) 学习者建模的未来发展

如上所述,学习者建模是创建能够提供个性化学习的自适应系统的关键与核心。我们不能期望学习者模型能够一丝不拉地全面表征学习者的认知、情感和行为特征(但应尽可能全面、真实地反映这些特征)。塞勒夫(Self, 1990)认为,对学习者的建模研究,“应该制定更现实的目标,以获得学习者建

模在某一方面的问题解决办法,这样的目标将更易达成,也更实用”。

塞勒夫建议,应该重新考虑学习者模型的作用。为此,他向同行提出挑战——要求同行将“学习者模型”向学习者开放,因为这很可能提升学习者的自我反思能力。依据塞勒夫的建议,布尔及其同事(Bull et al., 2005)开发了开放式学习者模型,并向学习者开放,使学习者能够看到学习者模型中的信息,从而便于学习者对自身学习过程进行自我监控、自我反思和自我评估(Bull et al., 2008)。

开放式学习者模型的表征形式多种多样,可以是技能图表,带有先决条件和内容结构的“树状图”,也可以是动画或触感式反馈(Bull et al., 2005)。某些开放式学习者模型还允许学习者与其进行交互,从而使学习者能更好地控制学习者模型。正是这种“开放式学习者模型”(尤其是允许学习者与其交互的开放式模型)是今后一个时期学习者建模领域的重要研究方向,值得我们持续而认真的关注。

## 三、促进个性化学习的关键技术之一 ——人工智能

目前,人工智能技术在促进个性化学习方面的应用主要体现在三个方面:一是“基于知识的智能辅导系统”,二是“基于情感识别的智能辅导系统”,三是“基于代理的智能辅导系统”。下面对这三方面应用作具体阐述。

### (一) 基于知识的智能辅导系统

基于知识的智能辅导系统主要从认知层面促进学习者对知识与技能的学习(使学习者易于理解和掌握复杂、抽象概念)。该系统集成了人工智能领域的三个组件(Akhras & Self, 2002):

第一个组件是学习者模型。该模型主要描述“学习者特征”以及一般用户模型中关注的(或尚有争议的)主题——如学习者的原有知识水平、认知特点、学习风格、分析问题和解决问题的能力等;

第二个组件是领域模型,该模型是对学习内容或欲传授知识的表征,也包含不同领域的知识元素之间的关系;

第三个组件是教学模块(或辅导模块),是具体实施教学过程的模块,包括生成教学过程和形成教

学策略的规则。

目前较常见的“基于知识的智能导师系统”有“跟踪模型的认知导师”“基于约束条件的导师”和“跟踪实例的导师”等。

在“跟踪模型的认知导师”系统中,问题解决的每个步骤都用认知模型或问题解决模型表示,以确保学习者能学到所有内容(Van-Lehn et al., 2005),然后再把学习者行为和“专家解决问题模型”相比较。该系统的“认知模型”可通过一组产生式规则表示——这些产生式规则应包含学习者可能使用的所有概念(包括错误概念)。安德松(Anderson, 1993)的思维适应控制认知理论(Adaptive Control of Thought, 又称 ACT 认知理论),可为基于产生式规则的认知模型开发提供指导。由于实现了学习者所需掌握知识的详细表征,跟踪模型的认知导师系统可以有效地提供大量交互和反馈。

在“基于约束条件的导师”系统中,领域模型包括学习者的解决方案中应该满足的所有约束条件与规则,因此可以用一组预定义的约束来解释和评估学习行为。基于约束条件的建模基础是从错误表现中学习,为此,该系统采用一组状态的约束(或与其等价的问题状态)表征领域模型。如果学习者的问题解决方法是正确的,约束条件就不会被违背;一旦违背了约束条件,就意味着这里面存在有因错误或不完善知识所导致的偏颇。之后,就只好在违背约束条件基础上进行学习建模。由于约束条件比产生式规则更易于明确表达,所以与“跟踪模型的认知导师”相比,其开发难度要低一些,但按照约束条件所建立的学习者模型,性能也要弱一些——因为对于某些“结构不良”的知识领域,要想确定问题状态和利用约束条件来表征学习者的理解几乎是不可能的。可见,两者各有利弊。

“跟踪实例的导师”系统是指在原来的“跟踪模型的认知导师”系统中,认知模型不是用“产生式规则”表示,而是利用“问题解决行为的一般性实例”表示的系统,并且在此情况下要把“一般性实例”看成“行为图”——用来指明解决某种问题或任务的具体途径。这种认知模型表示方式的好处是,无需确定正式步骤和约束条件,系统就能识别更广泛的合乎要求的学习者行为。

上面所列出的几种智能导师系统,其共同特点

是都把学习过程只看成是“知识建构过程”,从而导致智能辅导系统研究的重点被放在:通过认知模型跟踪形成的某种产生式规则或某种约束条件(也可以是问题解决行为的一般性实例),以便用来帮助学习者完成知识意义的建构(尤其是对复杂、抽象概念的理解与掌握)。但是,近年来,学术界的关注点已经逐渐从纯粹基于认知和知识建构转向基于情感识别和代理的智能辅助教学系统,下面就是有关这个新研究领域的介绍与论述。

## (二) 基于情感识别的智能辅导系统

要实现基于情感识别的智能辅导系统,关键是要设计出“具有情感管理能力”的学习环境,这就必须构建“学习者的情感状态识别模型”(简称“情感识别模型”)。利用人工智能的自动检测与识别情感的技术、工具,可以避免调查问卷和出声思考程序等传统干扰性测量方法的缺点。目前,应用于探测情感(以便构建“情感识别模型”)的测量工具有:

- 1) 测量大脑活动的“脑电图”(Blanchard et al., 2007);
- 2) 捕捉面部肌肉活动的“肌电图”(Liu, Rani, & Sarkar, 2005);
- 3) 测量压力和兴奋的“皮肤电反应器”(Blanchard et al., 2007; Liu et al., 2005);
- 4) 通过数码相机分析身体活动的“姿势分析器”(Sebe, Cohen, & Huang, 2005);
- 5) 利用计算模式推断学习者精神状态的“面部表情识别器”(Arroyo et al., 2009)。

由于情感在人类的认知过程中起着监控作用,所以在智能辅助教学系统中“情感识别模型”变得越来越重要。对学习者的动机、沮丧、压力和自我效能感的自动探测,产生了高适应性(即个性化)学习环境以及基于情感识别的智能辅导系统开发的新方法。与传统教学相比,实验结果表明:这种基于情感识别的智能教学系统,尽管学习者的成绩进步差异并不显著,但在动机、自我效能感、兴趣和感知控制等方面,学习者显示出明显的优势,尤其是情感性辅导对于领域知识水平较低学生的深度学习有良好的促进作用。

## (三) 基于代理的智能辅导系统

基于代理的智能辅导系统的研究为开发具有人类特点的学习伙伴提供了可能。这样的伙伴,在学

习环境中扮演的是“非权威性”角色(Chou et al., 2003)。在基于代理的系统中,教学代理接受环境的输入,随后在环境中进行相关操作。学习伙伴和教学代理可以承担以下几种角色:同伴导师、专家导师、竞争者、受指导者、学习者或捣乱者(Chou et al., 2003)。

学习者与代理交流的常用方式是通过监控学习者与导师的对话,了解学习者或其学习伙伴的行为模式,每种行为模式都和某种具体的教学策略对应。

为捕捉学习者与导师对话的特点,越来越多的基于代理的智能教学系统利用“自然语言处理技术(Natural Language Processing,简称NLP)”。自然语言处理技术是人工智能领域专门用于处理人类自然语言的一套技术的有效整合(包括自然语言的自动生成、理解与识别)。这表明,自然语言处理技术是实现基于代理的智能辅导系统的关键技术。

#### (四) 人工智能教育应用面临的挑战

《教育传播与技术研究手册(第四版)》第34章的作者认为,当前人工智能教育应用面临三大挑战。

第一个挑战是各种智能辅导教学系统的研制与开发。目前的现实是1小时的智能辅助教学,普遍需要100到几百(乃至上千)小时的研发。为了应对这一挑战,必须提高研发效率,这就需要加强智能辅导系统创作工具的应用与推广。无需编程即可创建“跟踪实例导师系统”的CTAT工具(Aleven et al., 2009)、便于开发“基于约束条件导师系统”的ASPIRE工具(Mitrovic & Koedinger 2009)以及慕瑞(Murray 2003)推荐的其他几个创作工具,都是功能较好的,可以考虑应用与推广的对象。

第二个挑战是各种智能辅导教学系统如何常态化实施。人工智能技术的应用,需要复杂的算法和海量内存的支持,若智能辅助教学系统功能过强、系统太复杂,那么,在常态化实施过程中,将会被一般学校和班级的技术限制所阻碍。

第三个挑战是让人工智能的教育应用真正回到初始目标,即通过真正实现“自适应教学系统”为学习者提供高度“个性化”的学习环境。由于人工智能教育应用涉及许多高、精、尖技术,这就使从事人工智能教育应用的研究人员,往往把注意力和研究重点放在“技术”上,而不是放在“教育”上。所以,如何让这个领域的研究回归到初始目标,即如何通

过真正实现“自适应教学系统”为学习者提供高度“个性化”的学习环境,这是人工智能教育应用领域面临的巨大挑战。

我们认为,《手册(第四版)》第34章作者的上述观点,是经过深刻反思并有许多实际案例佐证的,值得我们认真学习与借鉴。

## 四、促进个性化学习的关键技术之二 ——教育数据挖掘

### (一) 教育数据挖掘的内涵和教育数据的特征

巴克和雅谢夫(Baker & Yacef 2009)指出:教育数据挖掘是“开发探索来自教育环境的独特数据类型的方法,用这些方法(获取的数据)能让我们更好地理解学生和学习环境”。尽管教育数据挖掘来源于对数据库的传统研究,但是由于教育数据的基本特征有所不同,其挖掘方法和一般数据库中发现知识的方法有较大差异。就一般特征而言,教育数据往往是嵌套的——学生隶属于班级,班级隶属于学校,即教育数据是多层次结构的一部分。教育数据还具有多样性、复杂性,这导致教育数据挖掘的方法多种多样,并来自很多其他学科领域,比如心理测验、社会网络分析、网络挖掘、机器学习以及数据库等。

### (二) 教育数据挖掘的方法

目前所用的教育数据挖掘方法,大致有五种:

一是“预测”法,目的是把相对独立的变量(要预测的变量)组合在一起,以推测数据某一方面的变化(因变量或结果变量)。在解释对结果变量的预测时,这种方法强调应更多地关注哪些特点(或变量)更重要,而且首先注意预测调节性或中介性的因素。巴克(Baker 2010)描述了三种预测方法:“分类”“回归分析”和“密度估计”;穆尔(Moore, 2006)提供了有关这些方法的详细信息。

二是“聚类”法,目的是找到可以自然分组的数据点(如学习者、学习者特征、学校、学生行为等)。聚类可以是细粒度的,如汇聚学生行为,以便发现其行为模式;也可以是粗粒度的,如探索学校之间的异同。

三是“关系挖掘”法,目的是在大量“变量数据组”中发现变量之间的关系及其关联程度。这类挖掘的实施步骤是:先通过关联规则挖掘,在此过程中

形成“If—Then”形式的产生式规则(例如,“如果变量X发生,那么变量Y也发生”),然后通过相关性挖掘发现某种新关系(如,变量X与变量Y之间呈正相关),或是通过因果关系推测新关系(如,如果Y发生,是由X引起的),也可通过学生行为的序列模式发现新关系(在此情况下,学生的行为模式应事先给出明确定义)。总之,发现新关系的过程,就是完成“关系挖掘”的过程。

四是“模型发现”法。在教育数据挖掘中,“模型发现”法已越来越流行。它是先开发和验证模型,再将其作为另一轮分析的输入(例如,“预测”法的输入)。“模型发现”法可以回答下面这类问题:

- 1) 特定学生小组通过哪种学习材料(例如具有不同类型练习的材料)获益最多?
- 2) 不同类型的学生行为如何影响学生的学习?
- 3) 随着时间的流逝,智能辅导系统的设计变量将如何影响学生的行为?

五是“文本挖掘”法。它可以确定文档组别,以此为基础进行数字学习环境的知识提取,或用于分析和评估学习内容管理系统,也可用于分析和评估互联网课程的在线讨论论坛。

### (三) 教育数据挖掘在个性化教学中的应用

教育数据挖掘为个性化学习环境的开发提供两个关键性支持(Baker & Yacef 2009):

一是对“学习者模型”的改进。教育数据挖掘方法的应用,使研究人员能够发现更多的学习者特征和捕捉学习者更深层次的行为表现,从而创建更复杂、真实的学习者模型。例如,在“学生参与和系统博弈”课例中,研究人员基于教育数据挖掘方法,创建了可以把学习者的“动机、学习活动、情感、态度以及和系统博弈行为”联系在一起的模型,同时还提取一些与博弈行为有关的模式,开发出能在检测到学生的博弈行为后自动进行调整的新功能。

二是深化对“适应性(即个性化支持)”的研究。实现这一目标的主要方法是“学习分解”(Beck & Mostow, 2008)。依照这种方法,学生的后续成功(比如,获得某种复杂的高阶知识与技能)与提供给学生的支持类型数量有关(或是与学生要求的支持类型数量有关)。其结果是,每个支持类型都可以描绘出它对学习的相对有效性(事先必须对各种“学习支持”的方式、特点进行收集与分类,并对每

种“学习支持”的作用有全面的分析与正确的理解,这正是“学习分解”方法名称的由来)。

虽然教育数据挖掘为个性化学习环境开发所提供的关键性支持,只涉及上述两个方面,但教育数据挖掘的实际应用领域要广泛得多。例如,它可应用于在线学习环境中不同交互模式的比较,可以应用于调查网络学习者的社区意识,还可以通过分析日志文件估计学习者对学习材料的关注程度,并检测学习者的不参与行为等。

### (四) 教育数据挖掘面临的机遇和挑战

众所周知,教育数据具有许多与其他数据不同的特点,这些特点使得并非所有传统的数据挖掘方法都能在适用,这就迫使我们必须为教育数据挖掘研发新的方法。

目前这类方法很大程度上都是由于能不断获得公共数据集和日志文件的支持而发展起来的,现有基于Web的学习环境和内容管理系统提供的极为丰富的教育数据及相关信息,完全可以作为教育研究人员开发和检验“教育数据挖掘方法”的实验室。这类数据库的优势是便于访问,而且其中的数据有很高的“生态效度”——数据来自大范围的学习者和教学人员(且不断发展变化)。各种触手可及的海量数据的存在,使研究人员可以从多方面(比如从横向、纵向或同时从横纵向)对“教与学”过程进行实证研究,还可在此过程中考虑不同情境因素对“教与学”过程的影响。

当前教育数据挖掘面临的一个重大挑战是要为教师和非数据挖掘方面的专家提供挖掘工具。在使用教学内容管理系统或从事网络在线教育几年后,教育工作者身边有丰富的数据库,可以为研究学习内容、学习者行为和学习环境提供具有生态效度的信息,然而由于目前“数据挖掘技术”还较复杂,未能普及,很多信息还处于隐秘状态,这就使教育数据中的许多宝藏有待挖掘。为应对这一挑战,本领域的技术开发人员应尽快对当前有关教育数据挖掘的技术、手段、方法加以综合、整理,并从中整合出一种功能齐全又容易操作的“挖掘工具”,以便广大教师和非数据挖掘方面的专家掌握与运用。

## 五、结 语

人工智能技术用于促进个性化学习,主要是通

过智能技术所支持的“适应性教学”(或“自适应教学”)实现的。《手册(第四版)》第34章的作者认为,要达到这一目标,适应性系统应从四个维度认真考虑并满足“适应性”这四个维度是:

1) “适应的来源”(因何而变?)。关于适应的来源,通常有两个方面:一是只考虑与学习有关的参数,如“学习者特征”(包含先前的知识、学习风格、认知特点、学习动机等)和“学习结果”(如完成学习任务的时间、知识与技能的提高、思维方面的发展等);二是考虑学习者与适应性系统的互动,为此应关注学习者与系统互动时的行为。

2) “适应的对象”(改变什么?)。这是指适应性教学可以调整的对象(即系统中哪些内容可以调整),它涉及三个方面:一是改变内容或主题,这可以通过区分任务或项目的难度水平达到;二是改变学习内容的表征形式(如隐藏或突出显示链接);三是通过间接指导和地图适应法,调整内容难度和教学策略支持。

3) “适应的时间”(何时改变?)。适应的时间是指系统对学习者的适应在什么时候发生。应当注意到,在“静态用户建模”“动态用户建模”或“静、动态用户建模(也称双路径建模)”这三种不同特征下,“适应的时间”是不同的。以双路径建模为例,其适应时间的调整可以这样实现:在进行一次学习者的测量之后进行首次调整,然后再基于学习者学习过程中的互动参数,进行持续的建模与调整。

4) “适应的方法”(如何改变?)。适应的方法对“学习者控制的适应”“系统控制的适应”以及“两者组合的适应(共享控制)”这三种情况作出了明确的区分:

① “学习者控制的适应”强调学习者应完全控制学习环境和学习内容;

② “系统控制的适应”则是由教师和开发者定义适应(和智能辅助教学系统的案例大体一致)。

③ 上述两者适应控制方法,各有利弊。为此,柯巴兰及其同事(Corbalan et al. 2008, 2009)提出“共享控制”的新观点。共享控制系统应首先选择一组合适的学习材料或学习任务,然后考虑学习者特点以便与之适应。随后,学习者还可以自由地选择材料或任务。

通过对《手册(第四版)》第34章作者所提出四

维观点的认真分析,我们感觉这些观点是经过深刻研究与反思才提出的,对于适应性教学系统(或自适应教学系统)的研发能起强有力的支撑作用,因而对促进个性化学习有重要意义,值得我们虚心学习与借鉴。

#### [参考文献]

- [1] Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind* [M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- [2] Akhras, F. N., & Self, J. A. (2002). Beyond intelligent tutoring systems: Situations, interactions, processes and affordances [J]. *Instructional Science*, (30): 1-30.
- [3] Alevan, V., McLaren, B. M., Sewall, J., & Koedinger, R. (2009). A new paradigm for intelligent tutoring systems: Example-tracing tutors [J]. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 19(2): 105-154.
- [4] Arroyo, I., Cooper, D. G., Burselen, W., Woolf, B. P., Muldner, K., & Christopherson, R. (2009). Emotion sensors go to school [A]. In V. Dimitrova, R. Mizoguchi, B. du Boulay, & A. Graesser (Eds.), *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, (pp. 17-24) [C]. Amsterdam: IOS Press.
- [5] Baker, R. S. J. d., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions [J]. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1): 3-17.
- [6] Baker, R. S. J. d. (2010). Data mining for education [A]. In B. McGaw, P. Peterson, & E. Baker (Eds.), *International encyclopedia of education* (3rd eds., pp. 112-118) [C]. Oxford: Elsevier.
- [7] Beck, J. E., Jia, F., Sison, J., & Mostow, J. (2003). Predicting student help-request behavior in an intelligent tutor for reading [A]. In P. Brusilovsky, A. F. Corbett, & F. De-Rosis (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on User Modeling, LNAI 2702* (pp. 303-312) [C]. Berlin: Springer.
- [8] Beck, J. E., & Woolf, B. (2000). High-level student modeling with machine learning [A]. In G. Gilles, C. Frasson, & VanLehn, K. (Eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 584-593) [C]. London: Springer Verlag.
- [9] Beck, J. E., & Mostow, J. (2008). How who should practice: Using learning decomposition to evaluate the efficacy of different types of practice for different types of students [A]. In B. Woolf, E. Aimeur, R. Nkambou, & S. Lajoie (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 353-362) [C]. Berlin: Springer.
- [10] Blanchard, E. G., Chalfoun, P., & Frasson, C. (2007). Towards advanced learner modeling: Discussions on quasi real-time adaptation with physiological data [A]. In J. M. Spector, D. G. Sampson, T. Okamoto, S. A. Kinshuk, M. U. Cerri, & A. Kashiara (Eds.),

Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ( pp. 809-813) [C]. Washington, DC: IEEE Society.

[11] Brusilovsky, P., & Millan, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems [C]. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The adaptive web* (pp. 3-53). Berlin: Springer.

[12] Bull, S., Abu-Isa, A. S., Ghag, H., & Lloyd, T. (2005). Some unusual open learner models [C]. In C. K. Looi, G. I. McCalla, B. Bredeweg, & J. Breuker (Ed.), *Proceedings of the 2005 Conference on Artificial Intelligence in Education*, (pp. 104-111). Amsterdam: IOS press.

[13] Bull, S., Ahmad, N., Johnson, M., Johansson, R., Mabbott, A., & Kerly, A. (2008). Adaptive navigation support, learner control and open learner models [A]. In W. Nejdl, J. Kay, P. Pu, & E. Herder (Eds.), *Adaptive hypermedia and adaptive web-based systems*, (pp. 275-278) [C]. Berlin: Springer.

[14] Chou, C. Y., Chan, T. W., & Lin, C. J. (2003). Redefining the learning companion: The past, present and future of educational agents [J]. *Computers & Education*, (40): 255-269.

[15] Conati, C., Gertner, A., & VanLehn, K. (2002). Using Bayesian networks to manage uncertainty in student modeling [J]. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, (12): 371-417.

[16] Corbalan, G., Kester, L., & van Merriënboer, J. J. G. (2008). Selecting learning tasks: Effects of adaptation and shared control on efficiency and task involvement [J]. *Contemporary Educational Psychology*, (33): 733-756.

[17] Corbalan, G., Kester, L., & van Merriënboer, J. J. G. (2009). Combining shared control with variability over surface features: Effects on transfer test performance and task involvement [J]. *Computers in Human Behavior*, (25): 290-298.

[18] Fazlollahi, H., & Mahdavi, I. (2009). User/tutor optimal learning path in e-learning comprehensive neuro-fuzzy approach [J]. *Educational Research Review*, 4 (2): 142-155.

[19] Frias-Martinez, E., Magoulas, G., Chen, S., & Macredie, R. (2005). Recent soft computing approaches to user modeling in adaptive hypermedia. In De-Bra, P., & Nejdl, W. (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems* [C]. Third International Conference, AH 2004 (pp. 23-26). Berlin: Springer Verlag.

[20] Garcia, P., Amandi, A., Schiaffino, S., & Compo, M. (2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles [J]. *Computers & Education*, (49): 794-808.

[21] Jeremic, Z., Jovanovic, J., & Gasevic, D. (2009). Evaluating an intelligent tutoring system for design patterns. The DEPTIES experience [J]. *Educational Technology & Society*, 12 (2): 111-130.

[22] Keller, F. S. (1974). Ten years of personalized instruction [J]. *Teaching of Psychology*, 1 (1): 4-9.

[23] Liu, C., Rani, P., & Sarkar, N. (2005, August). An empirical study of machine learning techniques for affect recognition in hu-

man-robot interaction [C]. Paper presented at the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, Alberta, Canada.

[24] Locke, B., Larson, M., Burton, J. K., & Moore, D. M. (2008). Programmed technologies. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. Van Merriënboer & M. P. Driscoll (Eds.) [M] *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (Third Edition, pp. 187-197). New York, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[25] Mitrovic, A., & Koedinger, K. R. (2009). Preface [J]. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (19): 103-104.

[26] Murray, T. (2003). An overview of intelligent tutoring system authoring tools: Updated analysis of the state of the art [A]. In T. Murray, S. Blessing, & S. Ainsworth (Eds.), *Authoring tools for advanced technology learning environments* (pp. 491-545) [C]. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.

[27] Moore, A. (2006). Statistical data mining tutorials [EB/OL]. Retrieved from <http://www.autonlab.org/tutorials>.

[28] 任友群, 焦建利, 刘美凤, 汪琼, 顾小清, 阎寒冰 (2015). *教育传播与技术研究手册(第四版)* [M]. 译自 *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (Fourth Edition). 上海: 华东师范大学出版社.

[29] Rich, E. (1979). User modeling via stereotypes [J]. *Cognitive Science*, 3, 329-354.

[30] Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Adaptive technologies [A]. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. Van Merriënboer & M. P. Driscoll (Eds.) [C]. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (Third Edition, pp. 277-294). New York, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[31] Sebe, N., Cohen, I., & Huang, T. S. (2005, August). Emotion recognition based on joint visual and audio cues [A]. Paper presented at the 18th International Conference on Pattern Recognition, Hong Kong.

[32] Self, J. (1990). By passing the intractable problem of student modeling [A]. In C. Frasson, & G. Gauthier (Ed.), *Intelligent Tutoring systems: At the crossroads of artificial intelligence and education* (pp. 107-123) [C]. Norwood, NJ: Ablex.

[33] Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Adaptive technologies. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. Van Merriënboer & M. P. Driscoll (Eds.) [C]. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (Third Edition, pp. 277-294) [C]. New York, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[34] Triantafyllou, E., Pomportsis, A., Demetriadis, S., & Georgiadou, E. (2004). The value of adaptivity based on cognitive style: An Empirical Study [J]. *British Journal of Educational Technology*: 35 95-106.

[35] Tsiriga, V., & Virvou, M. (2003). Modeling the student to individualise tutoring in a web-based ICALL [J]. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, 13 (3-4): 350-365.



[36] Vandewaetere, M., Desmet, P., & Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments[J]. *Computers in Human Behavior*, (27): 118-130.

[37] Van-Lehn, K., Lynch, C., Schultz, K., Shapiro, J., A., Shelby, R. H., Taylor, L., et al (2005). The Andes physics tutoring system: Lessons learned[J]. *International Journal of Artificial In-*

*telligence in Education*, 15 (3): 147-204.

[38] Xu, D., & Wang, H. (2006). Intelligent agent supported personalization for virtual learning environment[J]. *Decision Support Systems*, 42 (2): 825-843.

(编辑: 徐辉富)

## Theory, Techniques, and Approaches in Promoting “Personalized Learning”: Reflection on the Handbook of Research on Educational Communications and Technology (Fourth Edition)

HE Kekang

(The Advanced – science & High – tech Innovation Center for Future Education,  
Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** *This paper first introduces the origin of “personalized learning” and then made a comprehensive and in-depth discussion on the theory, techniques and approaches of personalized learning from three aspects: the core theory of promoting personalized learning and learner modeling, one of the key technologies in promoting personalized learning; artificial intelligence another key technologies in promoting personalized learning; and education data mining. Due to the use of intelligence technology supported adaptive instructional system in promoting personalized learning this paper stresses that the research and development of the adaptive system must meet the needs of “four-dimensional adaptation”.*

**Key words:** *personalized learning; learner modeling; artificial intelligence; education data mining (EDM); adaptive instruction; self-adaptive teaching*