

【编者按】 如果从2000年10月全国中小学信息技术教育工作会议提出“全面启动中小学‘校校通’计划”算起,我国的教育信息化已基本完成了“硬件建设、平台建设、资源建设、教师培训”的系统工程。在新的历史发展阶段,教育信息化的发展将逐步从宏观建设走向微观建设,从规模扩张走向内涵发展,更多关注信息技术应用能力的建设,关注技术如何促进学与教方式的变革。学习环境的建设是实现学与教方式变革的基础,为学习者提供更加便利、舒适、有效的学习环境将会是未来教育信息化发展的重要方向。因此,对学习环境的研究和探讨对于促进我国教育信息化今后的健康、持续和深入的发展具有重要的现实意义。从2012年第1期开始,本刊将陆续刊登北京师范大学知识工程研究中心“智慧学习环境”研究团队的部分研究成果,希望能够引起更多的专家学者对学习环境的关注、研究和共鸣,也欢迎广大研究者和实践者的参与。

从数字学习环境到智慧学习环境*

——学习环境的变革与趋势

黄荣怀 杨俊锋 胡永斌

(北京师范大学 知识工程研究中心 北京 100875)

【摘要】 学习环境的构建是实现学与教方式变革的基础。本文首先从社会信息化对学习环境的诉求出发,提出了智慧学习环境的概念,并指出智慧学习环境是数字学习环境的高端形态,其目的是促进学习者轻松的、投入的和有效的学习;然后,分析了普通学习与智慧学习环境在学习资源、学习工具、学习社群、教学社群、学习方式、教学方式等六个方面的明显差异,提出了智慧学习环境的系统模型和TRACE³功能模型;其次,从人工智能、传感器技术和通信技术三个方面综述了当今技术发展对智慧学习环境建设的支持;最后,描述了五种典型智慧学习环境应具备的特征。

【关键词】 社会信息化; 数字学习环境; 智慧学习环境; 学习情景

【中图分类号】 G434

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2012)01-0075-10

社会信息化对学习环境的诉求

1993年9月,美国实施了“国家信息基础设施:行动计划”(The National Information Infrastructure: Agenda for Action),俗称“信息高速公路”计划,旨在建设以因特网为核心的综合信息服务体系,推进信息技术在社会各领域的广泛应用,特别是把信息技术在教育中应用作为实施面向21世纪教育改革的重要途径(祝智庭,2001)。之后,美国先后四次发布了“国家教育技术计划”(National Educational Technology Plan),反映了美国教育信息化的发展重心经历了基础设施建设(1996年计划)、学习资源建设(2000年计划)、信息技术应用能力建设(2005年计划)和促进教育变革(2010年计划)的发展路径。在我国,如果把邓小平同志提出“计算机要从娃娃抓起”算作我国教育信息化的起点,可将其划分为四个阶段,即从20世纪70-80年代开始的计算机学科教学,

80年代中后期开始的计算机辅助教学与管理,90年代后期开始的以基础设施为中心的教育信息化建设,到2005年开始呈现的以应用能力为中心的教育信息化建设,即以能力建设为中心强调教育信息化在教育、教学过程中的应用,并通过这种应用有效提升教育、教学质量。

一般认为,信息技术在教学过程中的应用将会产生四个“改变”,即改变了学生认识事物的过程,改变了某些教学原则,改变了教学内容和教材形式,以及改变了教师、学生、教材三者之间的关系。然而,众多研究表明,教育信息化的成效与人们在信息时代对技术促进教育的预期存在较大差距。例如,美国国家教育评估中心2007年公布了历史上规模最大的一次教育技术有效性研究,研究显示,不管教学软件使用与否,学生在标准化考试中的成绩相差无几;世界银行关于教育信息化应用成效的研究也发现,教育中使用ICT的响应是不确定的,充满着争议。(黄荣怀,2008)

* 基金项目: 本文系北京市教育科学“十一五”规划2010年度重大课题“学生网络生活方式的现状调查与对策研究”(编号:MAA10001)和“中央高校基本科研业务费专项资金”项目北京师范大学自主科研重大课题“电子教材(e-Textbook)的开发技术及其教学适用性研究”成果之一。

信息时代是社会信息化的结果,社会信息化是指国民经济和社会结构的框架重心从物理性空间向信息或知识性空间转移的过程。从一定意义上说,社会信息化就是数字化世界与现实世界逐步耦合的过程,也是虚拟世界产生的过程(黄荣怀等 2010b)。社会信息化发展到今天,信息技术不仅在改变着人们的生活方式和工作方式,甚至在逐渐改变人们的大脑结构(Prensky 2001)。人们的能力观、知识观和学习观都发生了剧烈的变化,学习方式由原来的知识精加工学习逐渐向知识贯通式学习转变(黄荣怀等 2010a)。在信息时代出生的人,通常被称为“数字土著”(digital native)或“网络一代”(net generation)(Bennett et al. 2008),他们有很强的个性,能迅速接受信息,他们喜欢同时处理多种任务,喜欢文本前呈现图表,喜欢随机进入(像超文本)(Prensky 2009)。很多时候,他们所接受的信息和从网上学到的知识超过他们的老师。

“21世纪技能”(21st century skill)是信息化时代对年轻的“数字土著”一代提出的能力要求。生活与职业技能、学习和创新技能、信息媒体和技术技能构成了21世纪技能框架,而建构培养21世纪技能的支持系统需要标准和评价系统、课程和教学系统、个人专业发展以及学习环境(Trilling & Fadel 2009)。“数字土著”一代对学习环境提出了新的诉求,他们要求能随时随地接入网络,获得各种信息和个性化学习资源;他们希望能在移动中学习、在户外甚至野外学习;他们希望学习环境足够舒适,就像在电影院看电影一样能够享受学习;他们希望在社会性网络中共享观点、沟通和讨论;他们希望通过多种灵活方便的途径关注自己感兴趣的问题等。这种新型学习环境已不仅是一种数字环境,而是数字环境的高端形态,即智慧学习环境。

智慧学习环境的概念与内涵

1. 学习环境的变迁

学习环境随着教学与学习活动的发生而出现,其演变过程从最初的大自然山林作为学习场所,到后来的庠序、私塾、书院等私学以及太学、国子监等官学。具有现代意义的学习环境是在夸美纽斯提出“班级授课制”后出现的。20世纪90年代以来,随着信息技术的发展,多媒体计算机、投影、互联网、课件、网络课程、教学专题网站等数字化技术逐步走入校园和课堂。1998年,美国前副总统戈尔发表了题为“数字地球:21世纪认识地球的方式”的演讲,提出“数字地球”的概念,此后全世界普遍接受了数字化概念,并引出了数字城市、数字校园等概念(黄荣怀 2009),学习环境的研究与实践也步入数字化时代。然而,众多在数字化教学环境中开展的教学活动,对于追求知识传递的传统并没有改变,只是简单地把教学内容数字化,仍然要求学习者尽可能被动地接受和积累,这只能达到培养学习者“回忆、理解和应用”等低阶认知目标。教学改革只停留在教学“表演”形式上,课堂教学也出现了由“人灌”变成“电灌”的现象。现有数字学习环境很难

实现对学习者“分析、评价和创造”等高阶认知目标的培养。

“数字地球”概念提出十年后,2008年,美国IBM公司总裁兼首席执行官彭明盛在《智慧地球:下一代领导议程》的演讲提出“智慧地球”的理念。2009年,奥巴马就任美国总统后对这一理念给予积极回应。“智慧地球”的概念“得到美国各界的高度关注,甚至有分析认为IBM公司的这一构想极有可能上升至美国的国家战略,并在世界范围内引起轰动”(张永民 2010)。新一代信息技术的发展同样为学习环境理念与实践的变革创造了可能,“技术的发展刺激了研究者和教育者去拓展学习的概念和学习环境的设计”(Jonassen & Land 2002)。

2. 智慧学习环境的概念

不同学者从各自角度提出了关于智慧(能)学习环境的构想。钟国祥等(2006)提出智能学习环境是从建构主义学习理论、混合学习理论、现代教学理论出发,以学习者学习为中心,由相匹配的设备、工具、技术、媒体、教材、教师、同学等构成的一个智能性、开放式、集成化的数字虚拟现实学习空间,认为其既支持学习者学习的自主建构,又提供适时的学习指导。马来西亚学者Chin(1997)认为,“智慧学习环境是一个以信息通信技术的应用为基础、以学习者为中心的且具备以下特征的环境:可以适应学习者不同的学习风格和学习能力;可以为学习者终身学习提供支持;为学习者的发展提供支持。”综合以上观点和对“技术促进学习”(Technology Enhanced Learning)发展趋势的分析发现,智慧学习环境应具有以下特征:

1) 智慧学习环境应实现物理环境与虚拟环境的融合。在智慧环境中,对物理环境的感知、监控和调节功能进一步增强,增强现实等技术的应用使虚拟环境与物理环境无缝融合。

2) 智慧学习环境应更好地提供适应学习者个性特征的学习支持和服务。智慧学习环境强调对学习过程记录、个性评估、效果评价和内容推送;根据学习者模型,对其自主学习能力的培养起到计划、监控和评价作用。

3) 智慧学习环境既支持校内学习也支持校外学习,既支持正式学习也支持非正式学习。这里的学习者并非只是校内的学习者,也包括在工作中有学习需求的所有人。

据此,我们认为智慧学习环境是一种能感知学习情景、识别学习者特征、提供合适的学习资源与便利的互动工具、自动记录学习过程和评测学习成果,以促进学习者有效学习的学习场所或活动空间。智慧学习环境是普通数字化学习环境的高端形态,是教育技术发展的必然结果。智慧学习环境和普通数字学习环境在学习资源、学习工具、学习社群、教学社群、学习方式和教学方式等方面有着显著差异,见表一。

3. 智慧学习环境的形态

在理想的智慧学习环境中,每个学习者可手持一台智能移动设备(如iPad),其屏幕大小与纸质课本大小接近,能模

表一 普通数字学习与智慧学习环境的比较

	普通数字学习环境	智慧学习环境
学习资源	1) 倡导资源富媒体化; 2) 在线访问成为主流; 3) 用户选择资源。	1) 鼓励资源独立于设备; 2) 无缝链接或自动同步成为时尚; 3) 按需推送资源。
学习工具	1) 通用型工具, 工具系统化; 2) 学习者判断技术环境; 3) 学习者判断学习情景。	1) 专门化工具, 工具微型化; 2) 自动感知技术环境; 3) 学习情景被自动识别。
学习社群	1) 虚拟社区, 侧重在线交流; 2) 自我选取圈子; 3) 受制于信息技能。	1) 结合移动互联的现实社区, 可随时随地交流; 2) 自动匹配圈子; 3) 依赖于媒介素养。
教学社群	1) 难以形成社群, 高度依赖经验; 2) 地域性社群成为可能。	1) 自动形成社群, 高度关注用户体验; 2) 跨域性社群成为时尚。
学习方式	1) 侧重个体知识建构; 2) 侧重低阶认知目标; 3) 统一评价要求; 4) 兴趣成为学习方式差异的关键。	1) 突出群体协同知识建构; 2) 关注高阶认知目标; 3) 多样化的评价要求; 4) 思维成为学习方式差异的关键。
教学方式	1) 重视资源设计, 重视讲解; 2) 基于学习行为的终结性评价学习结果; 3) 学习行为观察。	1) 重视活动设计, 重视引导; 2) 基于学习者认知特点的适应性评价学习结果; 3) 学习活动干预。

仿纸质课本的全部功能,如做笔记、插入书签、做标注和批注等,具有纸质课本的翻页效果,这种装载于智能移动设备的“教材”称为电子教材。电子教材的内容是多媒体化的,知识点之间按照语义关系链接,可实现知识内容的个性化呈现;电子教材能和学习者的学习进度绑定,可实现学习数据的云服务同步,能够记录学习者的学习过程、智能分析学习者的学习成果、图形化呈现分析结果,并能结合教师的意见对学习者的学习提供指导和帮助。对于在校学生,智慧学习环境将使其在学校、家庭和社会中的学习具备“智慧”性。

在学校学习中,教师可利用增强现实技术呈现各种真实的学习场景,使学生能够身临其境地体验学习对象,增强学生的学习兴趣 and 动机。教师根据系统记录的学生预习结果,重点讲解学生较难理解的知识;利用系统提供的丰富学习资源,设计各种学习活动。教师通过集成化的课堂控制系统,灵活地控制学习终端,实时推送相关学习资源;教师可根据学习者特征,快速分组,方便组织课堂协作学习。学生可以利用系统提供的便捷交互工具,与同伴和教师进行互动。学生还可以利用内置的投票器与教师即时互动,教师第一时间获得学生的反馈信息,根据反馈信息及时调节教学。智慧学习环境能够提供智能化的教学设计支持,以辅助教师进行课堂教学设计;能对学生的作业和试卷进行自动批改和自动分析。智慧学习环境提供了如QQ、MSN等同步通信工具和微博、虚拟学习社区等异步通讯工具等便于师生和生生联系的社交网络工具。

在家庭学习中,学生可以在家利用电子教材进行课前预习和完成教师布置的作业。预习时重点已经被标记出来,预习后可尝试完成教师布置的作业;系统自动给出作业结果的反馈,对疑难问题给出提示和解答,按照主要知识点和次要知识点,给出知识点之间关系的结构图。系统能记录学生的作业完成情况,教师可以根据统计,进行有针对性的教学和

对学生个性化指导。智慧学习系统提供1对1的辅导功能,方便学生需要学习指导的时候“呼叫”老师。家长可通过电子教材提供的学习记录了解学生在校的学习情况,家长的电子签字通过电子教材便利地传输到学校管理系统。

在社会学习中,智慧学习环境能够感知学习者所处的地点,根据地点和学习者的学习风格,主动推送与学习者所处环境相关的学习资源,实现自适应的泛在学习;在某些情况下,能根据学习者的位置进行分组,处于同一地点的学习者组成一组,满足学生真实情境的协作学习需要;能为学习者提供最合适的学习路径和最合适的学习方法。

对于成人及校外学习者,智慧学习环境能把正式学习和非正式学习有机融合,满足人类日益增长的终身学习的内在需求,适应学习者学校学习、家庭学习和社会学习的需要,从而真正实现“无缝学习”(Seamless Learning)的理念。

智慧学习环境的构成要素和技术特征

国际上对学习环境的构成要素的认识有Oliver和Hannafin(2001)的四要素说、Jonassen等(2002)的六要素说、Collins等(1989)的认知学徒说,而国内有陈琦等(2003)的学习生态说、钟志贤(2005)的七要素说等。黄荣怀(2010a)认为技术促进学习(TEL)发生的条件要考虑数字化学习资源、虚拟学习社区、学习管理系统、设计者心理和学习者心理五个方面的因素。归纳起来,智慧学习环境的构成要素包括资源、工具、学习社群、教学社群、学习方式、教学方式六个组成部分,如图1所示。学习者与教师(设计者)通过学与教的方式与智慧学习环境相互作用。

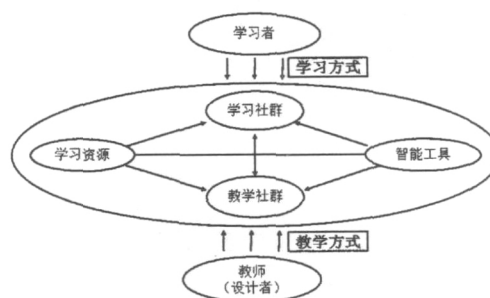


图1 智慧学习环境的系统模型

- 1) 智慧学习环境主要由学习资源、智能工具、学习社群、教学社群、学习方式和教学方式等要素构成。
- 2) 学习者和教师通过学习方式和教学方式与其他四个要素相互关联、相互作用,共同促进学习者有效学习的发生。离开了学习方式和教学方式,智慧学习环境就不是学习环境了。
- 3) 有效学习的发生是个体建构和群体建构共同作用的结果。学习社群强调学习者的互动、协作、交流;教学社群是教师共同学习、协同工作、寻求持续专业发展的统一体。
- 4) 学习资源和智能工具同时为学习共同体和教学共同体提供支持。学习社群和教学社群的发展离不开资源和工

具的共同作用,各类智能工具为学习环境的“智慧”提供了全面支持;同时,学习社群和教学社群为资源和工具的进化起到了促进作用。

智慧学习环境的技术特征主要体现在记录过程、识别情景、联接社群、感知环境等四个方面,其目的是促进学习者轻松、投入和有效的学习。

1) 记录学习过程(Tracking learning process):智慧学习环境能通过动作捕获、情感计算、眼动跟踪等感知并记录学习者在知识获取、课堂互动、小组协作等方面的情况,追踪学习过程,分析学习结果,建立学习者模型,这为更加全面、准确的评价学习者的学习效果提供了重要依据。

2) 识别学习情景(Recognizing learning scenario):智慧学习环境可根据学习者模型和学习情景为学习者提供个性化资源和工具,以促进有效学习的发生;智慧学习环境能识别学习情景,包括学习时间、学习地点、学习伙伴和学习活动,学习情景的识别为教学活动的开展提供支持。

3) 感知学习物理环境(Awareness of physical environment):智慧学习环境能利用传感器技术监控空气、温度、光线、声音、气味等物理环境因素,为学习者提供舒适的物理环境。

4) 联接学习社群(Connecting learning community):智慧学习环境能够为特定学习情景建立学习社群,为学习者有效联接和利用学习社群进行沟通和交流提供支持。

5) 促进轻松的、投入的和有效的学习(Easy, Engaged & Effective learning):智慧学习环境的目标是为学习创建可过程记录的、可情境识别的、可环境感知的、可社群联接的条件,促进学习者轻松、投入和有效的学习。

记录过程、识别情景、感知环境、联接社群,以促进学习者轻松的、投入的和有效的学习既体现了智慧学习环境的技术特征,也是其功能需求,可以简称 TRACE³智慧学习环境功能模型,如图2所示。

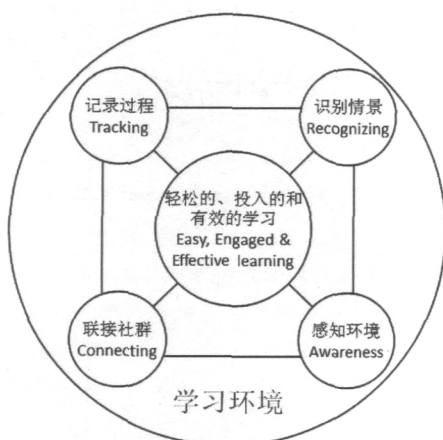


图2 TRACE³智慧学习环境功能模型

技术发展对智慧学习环境的支撑

技术的发展为智慧学习环境的构建提供了有力支持。

• 78 •

人工智能技术能够实现对学生学习过程的记录和学习情景的识别,传感器技术能够实现对学习情景和学习环境的感知,通信技术能够实现学习者的有效联接。

(一) 人工智能技术对智慧学习环境的支持

人工智能技术在教育领域的应用(Artificial Intelligence in Education,简称AIED)伴随着人工智能的发展而成为学习技术的重要领域。在识别学习情境方面,人工智能技术的作用在于可以从各种数据中自动分析出学习者的特征信息,以及从大量的信息中检索出合适的学习资源,从而满足学习者的个性化学习需求。学习者建模技术和学习资源挖掘检索技术的新进展为新型学习环境建构提供了有力支撑。

1. 学习者建模技术

由于不同的学习者存在方方面面的差异,为了让计算机能够自动地为不同的学习者提供恰当的反馈,首先是获取学习者信息和表征学习者,即学习者建模(learner/student modeling)。学习者信息的内容及其表征形式称为学习者模型;学习过程信息的自动获取和分析方法称为学习分析技术。学习者建模主要涉及学习者个体信息和学习者情境信息两类信息。其中,根据信息的稳定性,可以将个体信息进一步划分为持续性信息和动态信息。学习者个体的持续性信息是指相对稳定的、影响学习效果的个体特征。相反,学习者个体的动态信息是指能随情境、时间而变化的、与学习活动有关的个体状态。

学习者的个体持续性信息包括认知特点、学习风格、学习兴趣等。Lin等(2007)使用量表、自我评估测试的方法识别学习者的工作记忆容量和演绎推理能力等认知特点。Garcia等(2007)和Graf等(2009)研究了Felder-Silverman学习风格的自动识别方法。Herlocker等(2004)和Orzechowski等(2007)通过协同过滤机制预测学习者对学习资源的偏好,并推荐相应的学习资源。

学习者的动态信息包括领域知识水平、学习主题、情感状态等。PAT和AnimalWatch是两个典型的数学导学系统,分别采用基于产生式规则的方法和基于叠加模型的方法诊断学习者数学领域知识的薄弱环节,并跟踪学习者解决问题的路径;ARGUNAUT系统通过文本挖掘方法识别学习者在线讨论的内容是否切合学习主题;AutoTutor可以根据多通道的输入(如话语行为、面部表情、身体姿势)和情感计算模型,识别学习者的情感状态。

学习者的情境信息通常包括地理位置和技术环境。学习者的地理位置信息可以用于为学习者推荐与所在地理位置相关的学习资源,如在野外环境中学习各种植物知识(Chu et al. 2010)。识别学习者的技术环境有利于为学习者提供信息负载合适、可用的学习资源,如为特定的手持设备提供一定格式的视频资源(Tan & Kinshuk 2009)。

2. 学习分析技术

目前,学习分析技术主要利用交互文本、视音频和系统日志三种形式的学习过程记录数据分析学习者的学习特征。

利用参与度分析法、社会网络分析法和内容分析法等自动化的交互文本分析技术,可获取学习者对学习的参与度、学习者的社会网络、学习者关注的学习内容等信息。例如,ATK(Analytic Toolkit for Knowledge Forum)是一种常用的参与度分析法,可分析每个学习者阅读和编写帖子的数量及比例、被回复的帖子的数量及比例等量化指标。还可根据交互文本附带的学习者之间的回复关系信息,利用社会网络分析法计算每个学习者的中心度、对学习者的聚类。

教学视音频分析的主要内容是提取学生和教师的课堂行为信息,如统计教师的言语比例、学生言语比例、教师提问比例、学生讨论比例等(顾小清等,2004)。随着智能视音频分析技术的发展,已经可以根据眼睛和嘴唇的形状对说话者自动识别(Dean et al., 2005),将说话者的语音内容转化为文本内容,对高兴、悲伤、生气等面部表情的实时自动识别(Ryan, 2009),手势动作的识别可大大增强人机交互体验感。另外,基于这些分析信息所建立的视频索引信息,可大大提高教学中总结性评价的效率,如统计特定学生在一段时间内的课堂参与情况、对比不同科目的课堂表现等。

对包括学科成绩、系统登陆情况、学习资源访问情况、热门的检索词、习题解答情况等系统日志类数据的分析不仅可以帮助研究者和教师了解学习者的学习情况和学习资源的利用情况,而且通过统计分析的方法可以挖掘各种数据之间的关联情况。例如, Hadwin(2007)研究了学习事件的频率、学习活动的模式。

3. 知识库学习资源检索技术

为了满足不同学习者的个性化学习需求,计算机系统需要存储、检索、提炼丰富的学习资源。近年发展迅速的文本挖掘技术、知识库技术和多媒体语义分析技术为满足这一需求提供了重要的技术支持。

学习资源库和学习者信息中包含大量的非结构化的文本(自由文本)信息,利用文本挖掘技术可从中挖掘学习者关注的各种信息,如文本的主题、文本作者对某一事物的观点倾向、作者在某一主题的专业程度等。这些信息一方面可以帮助学习者根据这些信息检索学习资源,另一方面可以帮助学习者了解学习资源库在某一侧面的总体概况和趋势(如主题、观点、专家的分布情况)。话题建模(Blei, 2011)、观点挖掘(Liu, 2010)、专家发现(Lappas et al., 2011)已经成为当前文本挖掘领域的研究热点。

知识库在学习资源的检索方面发挥着重要的作用。目前知识库方面的研究主要有本体库、常识知识库、领域知识库等方面的建设。

1) 基于本体的学习资源表示方法具有跨平台应用的优势,可促进学习资源的共享和重用。本体库(Ontology library)是指从不同的来源收集本体的系统,用于促进已有本体的发现、探索和使用(Mathieu & Natalya, 2011)。近年来,包括BioPortal、Cupboard、OBO Foundry、oeGov、OLS、ODP、OntoSelect、OntoSearch2、ONKI、Scheme-Cache、TONES 等在内的本体

库涉及生物医学、电子政务、经济、考古等领域。另外,本体与搜索引擎方面的研究相结合促进了本体搜索引擎的出现,可以在互联网中通过爬行器自动索引可用的本体,如Swoogle和Watson本体搜索。

2) 常识知识库(常识库)用于支持计算机对人类社会常识的获取和利用,可以用于扩展查询语句的语义,提高学习资源检索的效果。常识库的基础应用是缺省推理(默认推理),可以支撑语义Web、信息检索和自然语言处理等技术的实现。国际上较为著名的大规模常识库有Cyc(Lenat等, 1985)和WordNet(Fellbaum, 1998)。国内较为著名的大规模常识库有盘古常识知识库(陆汝铃, 2000)和国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure,简称NKI)(曹存根, 2001)。

3) 领域知识库用于存储和检索结构化的领域知识,是构建面向学科学习的智能学习系统的基础。由于领域知识的人工构建需要耗费大量的时间和成本,因此领域知识库的自动构建(或领域建模, domain modeling)具有非常重要的现实价值。现有的领域建模方法可以分为两大类,即数据驱动的方法和知识驱动的方法(Malcolm et al., 2011)。数据驱动的方法不需要(或只需少量的)人工指导,这种优势不但在于时间和成本方面,也在于跨领域和数据类型的兼容性。知识驱动的方法的数据源是完全结构化的知识库或半结构化的知识资源,主要优势在于知识获取准确率高。

从海量非结构化的多媒体(文本、图形、图像、音频、视频等)学习资源中检索到所需要的信息,对有效管理和利用多媒体学习资源具有重要意义,这就需要多媒体内容进行有效的自动分析和理解,以便得到关于多媒体内容的描述和注释性信息,进而提取多媒体资源的语义内容。虽然让计算机准确地理解多媒体资源(特别是视频)中的语义概念仍然是难题,但在某些合适的场景中利用这种技术仍然具有潜在的应用价值,可在一定程度上改善多媒体资源的使用效果(蒋树强等, 2009)。

(二) 传感器技术对智慧学习环境的支持

传感器技术是现代科技的前沿技术,是当今物联网发展的重要支持技术之一。传感器技术可从部署的传感元件中周期性获取海量信息,分析、加工和处理出有意义的信息,以适应不同用户的不同需求。当今传感器技术逐渐向网络化、高速化、智能化方向发展,可用于支持新型学习环境的构建。

1. 无线传感器网络使情景识别、环境监测成为可能
无线传感器网络(Wireless Sensor Networks,简称WSN)是在电系统、片上系统、无线通信和低功耗嵌入式技术飞速发展的基础上发展起来的,以其低功耗、低成本、分布式和自组织的特点带来了信息感知的一场变革。无线传感器网络由大量静止或移动的传感器以自组织和多跳的方式构成,其目的是协作地感知、采集、处理和传输网络覆盖地理区域内被感知对象的信息。传感器网络实现了数据采集、处理和传输的三种功能,能够实现物理环境的监测、目标追踪和定位、人体生

理参数监控等功能。无线传感器网络的这种特性对于识别学习情景、监控学习环境提供了有力保证。

2. 光纤传感器增强了学习环境监测的灵敏度、准确度和适应性 光纤传感器(Optical Fiber Sensors)的发展使传感器朝着灵敏、精确、适应性强、小巧的方向发展。光纤传感器可以用来测量多种物理量,比如声场、电场、压力、温度等,还可以完成现有测量技术难以完成的测量任务。光纤具有很多优异的性能,例如,抗电磁干扰和原子辐射的性能,纤细、质软、重量轻的机械性能;绝缘、无感应的电气性能;耐水、耐高温、耐腐蚀的化学性能等,它能够在人不到的地方(如高温区)或者对人有害的地区(如核辐射区),起到人的耳目的作用,而且还能超越人的生理界限,接收人的感官所感受不到的外界信息。光纤传感器的应用将进一步增强情景识别、环境感知、学习监测的灵敏度和准确度,环境对学习者的适应性反馈也会进一步增强。

3. 多传感器融合技术使学习环境监测的广度和深度进一步增强 多传感器(Multi Sensor)数据融合是一种复杂技术,用以处理各种传感器信号,辨别不完全传感数据,通过数据关联和组合等方式以获得对被测环境或对象的更加精确的定位、身份识别以及对当前态势和威胁的全面而及时的评估。多传感器数据融合技术可将数据转换为标准的信息格式,在计算机中央处理器和数据网络总检索和处理多传感器的融合数据,从而把不同的数字信息和传感器数据集成为动态的传感器图像,这种融合的结果是生成了质量远超各部分简单拼凑的图像效果。目前,传感器融合技术的发展处于快速发展期,部分产品已用于军事领域。

(三)网络普及对智慧学习环境的支持

工业与信息化部电信研究院通信信息研究所2011年5月的统计报告显示,截至2011年3月,全球3G用户数已经超过8.7亿,预计未来3年3G用户将继续快速增长,年增长率保持在20%以上,到2014年,全球3G用户数将达到20.6亿。未来5年,在从3G向4G的演变中,随着物理层到网络层的主要关键技术:OFDM及MIMO,压缩感知技术,组网技术及资源分配、接入控制、功率控制等资源管理技术的应用,移动终端网络带宽将达到100M左右。无处不在的宽带无线网络使得高清晰度的网络教学资源传输成为可能,也让异地的视频链接不再受带宽资源的限制,让学习者有“身临其境”的感觉。3G技术和各种无线接入普及,让无线网络的覆盖不再仅仅限于教室和图书馆,学习者通过网络进行学习,将不再受任何地域限制。

目前我国3G网络采用CDMA(Code Division Multiple Access),包括WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)和CDMA2000(Code Division Multiple Access 2000)。WCDMA将经历从HSPA演进至HSPA+,进而达到LTE,目前中国联通已经开始部署HSPA+网络,而中国移动开始使用TD-LTE的4G网络技术。HSPA(High Speed Packet Access)也称为3.5G。该协议在WCDMA下行链路中提供分组

数据业务,在一个5MHz载波上的传输速率可达8-40Mbit/s。HSPA+(High Speed Packet Access+)是演进式HSPA技术,提供的数据传输率达到下行42Mbit/s以及上行22Mbit/s。LTE(Long Term Evolution)是3.9G的全球标准,在20MHz频谱带宽下能够提供下行326Mbit/s与上行86Mbit/s的峰值速率。CDMA2000将经历EV-DO Rev.0/Rev. A/Rev. B,最终到LTE。EV-DO Rev. B是EV-DO Rev. A的自然演进,将提供峰值达9.3Mbps的下行速率和5.4Mbps的上行速率。目前中国电信已经准备将网络升级至EV-DO Rev. B版本。

无线技术的另外一条演进路径是802.16m的WiMax(Worldwide Interoperability for Microwave Access)路线,即全球微波互联接入,数据传输距离最远可达50km,网络传输速率可达1Gbps。

IPv6发展推动了下一代互联网的建设,IPv6具有更大的地址空间,更小的路由表,增强的组播(Multicast)支持以及对流的支持(Flow Control),具有更高的安全性等特点,是未来互联网协议的核心和基石。

随着信息通信技术的飞速发展和电信市场的开放,用户对多种业务的需求与日俱增,原来独立设计运营的传统的电信网、互联网和有线电视网正通过各种方式趋向于相互渗透和相互融合。相应地,三类不同的业务、市场和产业也正在相互渗透和相互融合,电信与信息产业正在进行结构重组,电信与信息管理体制和政策法规也正在发生与之相适应的重要变革。以三大业务分割三大市场的时代或许即将结束,“三网融合”已经成为信息业发展的大趋势。

(四)富媒体技术与移动终端的普及支持智慧学习环境

1. 富媒体技术为移动学习提供了更好的用户体验

学习者对网络应用要求越来越高,富媒体技术的出现为解决用户体验问题提供了很好的解决方案。富媒体是指具有视频、音频、图像、文本、动画等多种丰富媒体以及交互性的信息传播技术。富媒体增加了交互性的概念,提高了受众的参与度,从而改善了用户体验,使基于网络应用程序的交互性更强、更丰富、更便捷。HTML5是当前富媒体技术的主要代表,其本身提供了完善的实时通讯支持,使得基于网页的实时通讯非常容易实现;让计算机能够更加理解网页的内容;对3D图片和矢量图片的编辑、查看提供强大的支持;提供丰富的交互方式,如拖拽、撤销历史操作、文本选择等。这些都使得HTML5被公认为下一代的Web语言,也被喻为终将改变移动互联网世界的幕后推手。同时,HTML5能充分发挥移动设备在定位上的优势,综合使用GPS、Wi-Fi等方式让定位更为精准、灵活。2010年2月,苹果发布iPad时,就表示已支持HTML5。谷歌的Youtube已部分使用HTML5,Chrome浏览器是率先宣布全面支持HTML5的浏览器之一,微软的IE9开始对其支持。至此,世界三大移动互联网巨头都支持了HTML5。

2. 学习终端技术的发展为泛在学习提供了载体

学习终端技术是最近几年高速发展的技术之一,其发展

主要体现在屏幕制作工艺、外壳和电池技术等方面。

在屏幕制作工艺方面,ITO(纳米钨锡金属氧化物)涂层技术广泛应用在各种移动终端屏幕制造上,最终使得电容屏得以普及,突破了原有电阻屏不支持多点触摸的局限,也使得屏幕显示更真实,用电更省,同时用户操作体验更好。终端屏幕的材质也在不断升级,最初iPhone使用基于IPS-LCD的“视网膜显示”(Retina Display)技术,使得屏幕像素密度达到326像素/英寸(ppi),超过了人眼可以识别的300像素/英寸(ppi),被称为改变了“显示”的定义。而在苹果之后,三星的Super AMOLED Plus、LG的NOVA Display等技术,都超过了这一标准,并在对比度和亮度方面进一步胜出,同时,屏幕自动感光能力不断改进,即使是在阳光强烈的户外,终端屏幕也会自动改变光线配置使得人们更容易阅读。

移动终端的外壳使用了从铝合金到轻型碳纤维等各种新型制造材料。现在已经商用的技术更是可以将各种高硬而轻型的金属合金像塑料一样易于加工,未来的移动终端将更加轻便、结实,甚至更加“柔软”。

电池技术方面也取得了新突破。电池技术一直是移动终端的瓶颈,但是据2011年11月英国广播电视公司的报道,美国西北大学的研究者取得了突破性进展,不仅电池容量提升10倍,而且充电时间也减少为目前的十分之一。采用这种特殊电极的电池经过一年的正常使用,相当于150次充放电循环,其使用效率是采用普通电极电池的5倍。业内预计,假如本次锂电池技术能够在未来5年后成功运用,将对智能手机、平板电脑等产品带来极大的性能提升。

在个人移动终端普及的时代,随着屏幕显示的真实性、电池寿命、用户操作体验等一系列问题的改善,各种个人终端的种类越来越多,功能也越来越强大,个人化的学习终端突破了学习地点的限制,让学习的发生不再仅仅限于课堂旁。目前,个人移动终端已经成为教学的重要辅助工具,它们正在深刻地改变人们的阅读习惯、学习习惯和生活习惯。

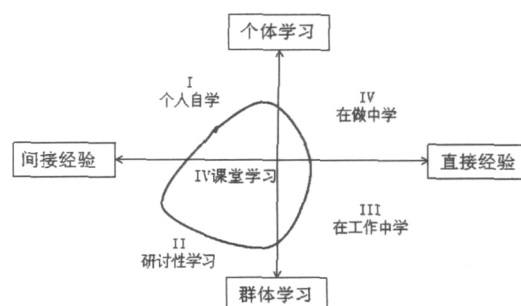
典型的智慧学习环境

随着学习情景的变化,学习者对智慧学习环境的要求是不同的。黄荣怀等(2010a)认为,学习情景是指对一个或一系列学习事件或学习活动的综合描述,而综合描述一个学习情景需要学习时间、学习地点、学习伙伴和学习活动四个要素;五种典型的学习情景包括“课堂学习”、“个人自学”、“研讨性学习”、“在工作中中学”和“在做中学”等。如果从知识的建构方式和知识的获取方式两个维度对学习情景进行考察,可以得到学习情景的分类框架,如图3所示。

知识建构方式和知识获取方式是考察学习情景差异的两个维度。每个维度又有两个不同取向:知识建构方式的个体学习和群体学习,以及知识获取方式的间接经验和直接经验。对应二维坐标的四个象限存在四类学习情景,即“个人自学”、“研讨性学习”、“在工作中中学”、“在做中学”四类学习情景。“课堂学习”是一种通用的学习情景,在某种程度上它

适合于各种学习活动的开展,这似乎能够对“课堂学习”这种学习情景自班级授课制形成以来为何如此普遍进行了诠释。

按照学习情景分类,智慧学习环境也可分为:支持“个人自学”的智慧学习环境、支持“研讨性学习”的智慧学习环境、支持“在工作中中学”的智慧学习环境、支持“在做中学”的智慧学习环境和支持“课堂学习”的智慧学习环境。



1. 支持“个人自学”的智慧学习环境

“个人自学”是指一种预先约定或者学习者自发性的学习行为,通常没有教师的讲授和辅导,有特定的学习内容和预设的学习目标和评价方式。这种学习情景较为灵活,时间、地点不固定,但学习过程中容易产生孤独感,不易得到帮助,对学习材料的可读性和个人学习的兴趣要求较高。适应此学习情景的智慧学习环境应具备以下特征:

1) 学习资源。在内容上,提供的学习资源包括数字化的媒体材料、在线或离线的数字化课程等;在形式上,提供的学习资源应结构清晰,形式活泼,具有自组织化、富媒体化的特点;在获取方式上,允许学习者随意获取与学习主题具有较大相关性的内容,随调随用。

2) 智能工具。为完成预设的学习目标,工具通常包括学习者模型测量工具、信息推送工具、学习轨迹记录工具、学习结果评价工具等。

3) 学习社群。学习者的知识建构是个体建构和群体建构共同作用的结果。“个人自学”学习情景倾向于个体知识建构,学习社群建立的目的是鼓励学习者之间经常沟通,彼此交流,以缓解个体自学的孤独感。

4) 教学社群。为促进学习者自学,教师建立学习社群共同研究教学内容、学习支持方式、教学方式、学习资源的设计和学习工具的设计。教学社群的建立有利于教师的专业发展,也有利于教学的顺利进行。

2. 支持“研讨性学习”的学习环境

“研讨性学习”是指以小组形式参与、以讨论为主要沟通方式的学习形式,通常有明确的讨论主题、适度的成员规模和强有力的组织者。这种学习情景的参与者容易产生兴趣,但需要组织者具有较强的组织能力和良好的人际关系。适应此学习情景的智慧学习环境应具备以下特征:

1) 学习资源。此种学习情景对资源规模的要求不高,允许学习者获取与学习主题具有较大相关性的内容,并能随时

调用,但要求教师或组织者提前准备高质量的研讨主题。

2) 智能工具。为完成预设的学习目标,工具通常包括学习者的演示工具、学习者交互分析工具、学习结果评价工具等。

3) 学习社群。此种学习情景倾向于群体知识建构,学习社群的建立是研讨性学习基础。

4) 教学社群。这种教学社群旨在方便相同学科教师之间的沟通,推动基于主题的课堂教学设计的发展。

3. 支持“在工作中中学”的智慧学习环境

“在工作中中学”的学习情景是一种在实际工作中体验式的学习形式,常见于企业培训。通常要求基于实际的工作内容、与工作强度匹配的工作任务以及适合学习的人际关系。这种学习情景虽然容易让参与者在工作中产生学习兴趣并把学习成果用于工作中,但是参与者往往处理不好工作和学习的关系,对所在单位的学习氛围和学习者的个人技能具有较大的依赖作用。适应此学习情景的智慧学习环境应具备以下特征:

1) 学习资源。学习者通常将工作中实际的问题或任务以议题的方式提出,引发大家的共同讨论,提供的资源包括与议题相关的数字化的媒体材料、在线或离线的数字化课程等;在形式上,提供的资源可能是松散的、非结构化的,但要与议题相关;在获取方式上,允许学习者随意获取与学习主题具有较大相关性的内容,随调随用。

2) 智能工具。为完成预设的学习目标,工具通常包括学习者模型测量工具、信息推送工具、学习轨迹记录工具、学习成果评价工具等。

3) 学习社群。学习者的知识建构是个体建构和群体建构共同作用的结果。“在工作中中学”学习情景倾向于个体知识建构,学习社群建立的目的是鼓励学习者之间经常沟通,彼此交流。

4) 教学社群。这种学习情景的教学社群倾向于为学习者在“工作中中学”可能出现的困难提供支持。

4. 支持“在做中学”的智慧学习环境

“做中学”是指在学校教育或培训工作的学习活动中植入了“做”活动的一种学习形式,通常要求学习任务与学习目标匹配、评价方式与任务匹配、支持服务与学员匹配、组织形式和学习环境匹配。这种学习情景的参与者容易产生兴趣并取得较好的学习效果,但在遇到困难时难以获得帮助,对工作任务的设计和学习的支持服务依赖度较高。适应此学习情景的智慧学习环境应具备以下特征:

1) 学习资源。在内容上,提供的资源通常包括关于“做”的背景资料、操作指南、数字化的媒体材料、在线答疑求助工具等;在形式上,提供的资源应结构清晰,形式活泼,具有自组织化、富媒体化和泛在化的特点;在获取方式上,允许学习者随意获取与学习主题具有较大相关性的内容,随调随用。

2) 智能工具。为完成预设的学习目标,工具通常包括学

习者模型测量工具、信息推送工具、学习轨迹记录工具、学习成果评价工具等。

3) 学习社群。学习者的知识建构是个体建构和群体建构共同作用的结果。“在做中学”学习情景倾向于个体知识建构,学习社群建立的目的是鼓励学习者之间经常沟通,彼此交流。

4) 教学社群。这种学习情景的教学社群有助于提前预设学习者在“做中学”可能出现的困难,并给予支持。

5. 支持“课堂学习”的智慧学习环境

以“课堂学习”为主的学习情景是指在真实教室或相似环境中的学习,是一种集体学习行为,通常以班级形式存在,有固定的授课环境,有教师进行面对面授课,有预先准备的教学内容和评价要求。这种情景以知识传递为主,通常缺少交流机会,学习效果高度依赖于教师的授课技能、学习者已有的基础和对内容的兴趣程度。适应此学习情景的智慧学习环境应具备以下特征:

1) 学习资源。就学习内容来说,提供的资源是经过教师设计的、具有良好结构的媒体材料;就内容控制来说,一般难以允许学习者随意获取或浏览与学习主题无关的内容,而只能获取与授课主题具有较大相关性的内容,如教师讲稿、专题网站、专题资源库等。

2) 智能工具。为完成预设的学习目标,工具通常包括学习者模型测量工具、信息推送工具、学习轨迹记录工具、学习成果评价工具等。

3) 学习社群。学习者的知识建构是个体建构和群体建构共同作用的结果。“课堂学习”学习情景倾向于个体知识建构,学习社群建立的目的在于鼓励学习者之间经常沟通,彼此交流。

4) 教学社群。这种学习情景的教学社群倾向于为教师建立学习社群,共同研究教学内容、学习支持方式、教学方式、学习资源的设计和学习工具的设计。教学社群的建立有利于教师的专业发展,也有利于教学的顺利进行。

结语

智慧学习环境并不是一个新概念,它是数字学习环境的高端形态,是社会信息化背景下学生对学习环境发展的诉求,也是当前学习与教学方式变革急需的支撑条件,代表了教育信息化的一个重要发展方向。智慧学习环境的提出是为了让教育研究者更加重视新型学习环境的研发;让教育管理者充分认识到学习环境对学与教方式变革的支持作用;让学习环境的建设者从学与教方式变革的角度,构建适应新时期学生需求的学习环境;让教师从以学习者为中心的理念出发,利用学习环境进行个性化教学;让学生可以轻松的、投入的和有效的在可感知的、自适应的、智能的学习场所学习。

致谢

本文在撰写过程中,得到了北京师范大学知识工程中心

博士生张永和、博士生高步云、博士生张虹、博士生肖广德和博士后刘菊等的支持,在此表示感谢。

【参考文献】

- [1] Bennett S, Maton K. & Kervin L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence [J]. *British journal of educational technology* 39(5): 775-786.
- [2] Blei, D. (2011). Introduction to probabilistic topic models [EB/OL]. *Communications of the ACM* (in press). [2011-10-30]. <http://www.cs.princeton.edu/~blei/papers/Blei2011.pdf>.
- [3] Cao Cun (2001). The significant of national knowledge infrastructure (in Chinese) [J]. *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences* 4(4): 255-259.
- (曹生根 (2001). 国家知识基础设施的意义 [J]. *中国科学院院刊* 4(4): 255-259.)
- [4] Chen Qi, & Zhang Jianwei (2003). A model of integrated learning in the information era (in Chinese) [J]. *Educational Review of Peking University* (3): 91-96.
- (陈琦, 张建伟 (2003). 信息时代的整合性学习模型——信息技术整合于教学的生态观诠释 [J]. *北京大学教育评论* 3(3): 91-96.)
- [5] Chin, K. W. (1997). Smart learning environment model For secondary schools in Malaysia: An overview [EB/OL]. [2011. 10. 10]. <http://www.apdip.net/projects/seminars/it-policy/cn/resources/kang-waichin/smartlearning-mimos.ppt>
- [6] Chu, H. C., Hwang G. J., Tsai C. C., & Tseng J. C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses [J]. *Computers & Education* 55(4): 1618-1627.
- [7] Collins, A., Brown J. S., & Newman S. E. (1989). *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* [M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 453-494.
- [8] Dean, D. B., Lucey, P. J., Sridharan, S., & Wark, T. (2005). Comparing audio and visual information for speech processing [A]. Bouzardoum A. & Beghdadi A. (2005). *Eighth International Symposium on Signal Processing and Its Applications* [C]. Piscataway, NJ: IEEE Xplore: 1: 58-61.
- [9] Fellbaum, C. (1998). *WordNet: An electronic lexical database* [M]. Cambridge: MIT Press: 285-289.
- [10] Garcia P., Amandi A., Schiaffino S., & Campo, M. (2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting student's learning styles [J]. *Computer & Education* 49(9): 794-808.
- [11] Graf, S., Kinshuk, & Liu, T. C. (2009). Supporting teachers in identifying students' learning styles in learning management systems: An Automatic Student Modelling Approach [J]. *Educational Technology & Society* 12(4): 3-14.
- [12] Gu Xiaoqing & Wang Wei (2004). Explore of new analytical techniques in classroom to support the professional development of teachers (in Chinese) [J]. *China Educational Technology* 7(7): 18-21.
- (顾小清, 王伟 (2004). 支持教师专业发展的课堂分析技术新探索 [J]. *中国电化教育* 7: 18-21.)
- [13] Hadwin, A. F., Nesbit, J. C., Jamieson-Noel, D., Code, J., & Winne, P. H. (2007). Examining trace data to explore self-regulated learning [J]. *Metacognition and Learning Journal* 2(2-3): 107-124.
- [14] Herlocker, J., Konstan, J., Tervin, L. G., & Riedel, J. (2004). Evaluating collaborative filtering recommender systems [J]. *ACM Transactions on Information Systems Journal* 22(1): 5-53.
- [15] Huang Ronghuai (2008). Where should educational informatization go: The transition stage of ICT in education (in Chinese) [J]. *Chinese Educational info* 21(1): 14.
- (黄荣怀 (2008). 关于教育信息化的思考——兼谈转型期的教育信息化建设 [J]. *中国教育信息化* 21(1): 14.)
- [16] Huang Ronghuai (2009). The content and strategic priorities of digital construction in primary and middle school (in Chinese) [J]. *Beijing Education* 8(8): 6-7.
- (黄荣怀 (2009). 中小学数字校园的建设内容及战略重点 [J]. *北京教育(普教版)* 8(8): 6-7.
- [17] Huang Ronghuai, Chen Geng, Zhang Jinbao, Chen Peng & Li Song (2010a). Five laws on technology-enhanced learning (in Chinese) [J]. *Open educational research* 16(1): 11-19.
- (黄荣怀, 陈庚, 张进宝, 陈鹏, 李松 (2010a). 关于技术促进学习的五定律 [J]. *开放教育研究* 16(1): 11-19.)
- [18] Huang Ronghuai, Chen Geng, Zhang Jinbao, & Wang Yunwu (2010b). Research on informationization learning mode and its digital resource form (in Chinese) [J]. *Modern Distance Educational Research*, (6): 68-73.
- (黄荣怀, 陈庚, 张进宝, 王运武 (2010b). 论信息化学习方式及其数字资源形态 [J]. *现代远程教育研究* 6(6): 68-73.)
- [19] Jianguo, Ma Siwei, Zhang Shiliang, Wang Shuhui, Liu Chunxi, Huang Qingming, Chen Xilin & Gao Wen (2009). Development report of multimedia technology (in Chinese) [A]. *China Computer Institute* (2009). *2008 Development Report of China Computer Science and Technology* [C]. Beijing: Mechanical Industry Press.
- (蒋树强, 马思伟, 张史梁, 王树徽, 刘纯熙, 黄庆明, 陈熙霖, 高文 (2009). 多媒体技术发展报告 [A]. *中国计算机学会* (2009). *2008 中国计算机科学技术发展报告* [C]. 北京: 机械工业出版社.)
- [20] Jonassen, D. H., & Land, M. S. (2002). *Theoretical foundations of learning environments* [M]. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Page: 1.
- [21] Lappas, T., Liu, K., & Terzi, E. (2011). A survey of algorithms and systems for expert location in social networks [A]. *Aggarwal C. C. (2011). Social Network Data Analytics* [C]. US: Springer: 215-242.
- [22] Lenat, D., Prakash, M., & Shepherd, M. (1985). Cyc: Using common sense knowledge to overcome brittleness and knowledge acquisition bottlenecks [J]. *AI Magazine* 6(4): 65-85.
- [23] Lin T. Y., Kinshuk & Graf S. (2007). Cognitive trait model and divergent associative learning [A]. Spector M., Sampson D. G., Okamoto T., Kinshuk, Cerri S. A., Ueno M. & Kashihar A. (2007). *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* [C]. Washington: IEEE Computer Society: 325-327
- [24] Liu, B. (2010). Sentiment analysis and subjectivity [A]. *In-durkha, N. & Damerau, F. J. (2010). Handbook of Natural Language Processing* [C]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC: 627-666.
- [25] Lu Ruqian, Shi Chunyi, Zhang Songmao, Mao Xiping, Xu Jinhui, Yang Ping, & Fan Lu (2000). Agent-oriented knowledge base of common sense (in Chinese) [J]. *Science in China, Ser. E*, 30(5): 453-463.
- (陆汝钫, 石纯一, 张松懋, 毛希平, 徐晋晖, 杨萍, 范路 (2000). 面向 Agent 的常识知识库 [J]. *中国科学 E 辑: 技术科学*, (5): 453-463.)
- [26] Malcolm, C., Kim, Y., Kruschwitz, U., Song, D., Albakour, D., Dignum, S., Beresi, U., Fasli, M., & Roeck, A. (2011). Automatically structuring domain knowledge from text: An overview of current

research[J]. Information Processing & Management.

[27] Mathieu D. & Natalya F. N. (2011). Where to publish and find ontologies? A survey of ontology libraries[J]. Web Semantics: Science Services and Agents on the World Wide Web.

[28] Oliver K. & Hannafin M. (2001). Developing and refining mental models in open-ended learning environments: A case study[J]. Educational Technology Research and Development 49(4): 5-6.

[29] Orzechowski T., Ernst S., & Dziech A. (2007). Profiled search methods for e-learning systems [A]. Massart D., Colin J., & Assche F. V. (2007). Proceedings of the First International Workshop on Learning Object Discovery & Exchange [C]. Crete, Greece: 54-63.

[30] Prensky M. (2001). Digital natives, digital immigrants Part 1 [J]. On the Horizon 9(5): 1-6.

[31] Prensky M. (2009). Digital native, digital immigrant (in Chinese) [J]. Translated by Hu Zhibiao & Wang Kai. Journal of Distance Education 4(2): 48-50.

(Prensky M. (2009). 数字土著数字移民 [J]. 胡智标, 王凯. 远程教育杂志 (2): 48-50.)

[32] Ryan A., Cohn J. F., Lucey S., & Rossi A. (2009). Automated facial expression recognition system [A]. Sanson L. D. & Steiner-Koller S. M. (2009). 2009 International Carnahan Conference on Security Technology [C]. Piscataway, NJ: IEEE Xplore: 172-177.

[33] Tan Q. & Kinshuk (2009). Client mobile software design principles for mobile learning systems [J]. International Journal of Interactive Mobile Technologies 3(1): 32-37.

[34] Tan S. C. & Hung D. (2002). Beyond information pumping: Creating a constructivist e-learning environment [J]. Educational Technology 42(9-10): 51.

[35] Trilling B. & Fadel C. (2009). 21st century skills: Learning

for life in our times [J]. Jossey-Bass Inc. Pub.

[36] Zhang Yongmin (2010). The interpretation of the smart earth and the smart city (in Chinese) [J]. China Information Times 4(10): 23-29.

(张永民 (2010). 解读智慧地球与智慧城市 [J]. 中国信息界, (10): 23-29.)

[37] Zhong Guoxiang & Zhang Xiaozhen (2006). A building of the current intelligent learning environment model (in Chinese) [J]. Computer Science 4(1): 170-171.

(钟国祥, 张小真 (2006). 一种通用智能学习环境模型的构建 [J]. 计算机科学 4(1): 170-171.)

[38] Zhong Zhixian (2005). The theory on the design of learning environment (in Chinese) [J]. e-Education Research 4(7): 35-41.

(钟志贤 (2005). "论学习环境设计". 电化教育研究, (7): 35-41.)

[39] Zhu Zhiting (2001). Educational informatization: The new highland of educational technology (in Chinese) [J]. Chinese Educational Technology 4(2): 5-8.

(祝智庭 (2001). 教育信息化: 教育技术的新高地 [J]. 中国电化教育 4(2): 5-8.)

(编辑: 魏志慧)

【收稿日期】 2011-12-09

【修回日期】 2011-12-15

【作者简介】 黄荣怀, 博士, 教授, 北京师范大学知识工程研究中心主任 (huangrh@bnu.edu.cn); 杨俊锋, 胡永斌, 均系北京师范大学知识工程研究中心在读博士。

From Digital to Smart: The Evolution and Trends of Learning Environment

HUANG Ronghuai, YANG Junfeng & HU Yongbin

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The construction of learning environment is the foundation to reform teaching and learning. After analyzing the development of social informatization and learning environments, we propose the concept of "smart" learning environment, which is the high level of digital environment and can support "easy, engaged and effective" learning. Learning resources, learning tools, learning communities, teaching communities, ways to learn and to teach are the six aspects that smart differs from traditional learning environment. We propose a system model and the TRACE³ functional model of "smart" learning environment, and analyze the ICT support for "smart" learning environment from artificial intelligence, sensor technology, and communication technology. The last part of the article describes the characteristics of five classical "smart" environments.

Key words: social informatization; digitalized learning environment; smart learning environment; learning scenarios