

智慧学习环境的研究现状和趋势

——近十年国际期刊论文的内容分析

李葆萍^{1,2}, 江绍祥³, 江丰光^{1,2}, 陈枕^{1,2}

(1. 北京师范大学 教育学部, 北京 100875; 2. 北京师范大学 教育信息技术协同创新中心, 北京 100875;
3. 香港教育学院 数学与资讯科技学系, 香港)

[摘要] 本文从多个权威的国际电子期刊数据库搜索到102篇有关智慧学习环境的论文,并采用内容分析法,对近十年来智慧学习环境国际研究现状进行梳理,探讨其未来研究的发展趋势。研究发现,智慧学习环境已成为全球关注的研究领域,研究主题有鲜明的地域特色;智能学习环境的结构功能、适应性学习支持的策略及算法、智慧学习环境的教学策略和案例等是最受关注的研究主题;伴随着新技术的教育应用,未来教室环境、新技术支持下的创新教学,以及师生对学习环境的体验等逐渐成为研究热点;对智慧学习环境在教学性能、学习绩效提升、用户态度和学习体验等获得趋于正面的研究结论。研究还发现,自2008年始,伴随着便携式移动手持设备的普及,可穿戴电脑技术及传感技术等创新技术在教育中的应用,智慧学习环境中有关学习活动类型的研究趋于多样化和创新性,学习空间的研究趋于开放性和虚拟性,学习交互类型研究趋于多通道化和多层次性,学习体验研究趋于直观化和丰富性,学习支持研究趋于个性化和自适应。这些变化受到智慧学习环境技术丰富特性的驱动。在新技术支持下,全新的学习空间设计、创新的教学形态、真实的学习体验、智慧化的学习支持等将成为未来智慧学习环境的研究重点。

[关键词] 智慧学习环境;内容分析;智能技术;研究现状和趋势

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2014)05-0111-09

一、研究背景

弗雷泽(Fraser)和沃尔伯格(Walberg)认为“学习环境”是具有社会心理背景的学习发生的场所,在正式教育中学习环境可以用学校或者教室的基调、文化、氛围或者气氛来描述(Fraser & Walberg, 1991; Logan & Crump, 2006)。学习环境既包括物理设施,如教室空间、课桌椅、教学装备等,同时也包括元素间的相互关系,即物理特性和关系特性是学习环境需具备的两个维度。学习环境的发展和教学功能的进化与社会技术发展水平直接相关。例如,幻灯、投影、电视等进入教室后,使得班级授课教学

模式得到加强并提升了教学效率。20世纪80-90年代,计算机逐渐普及,学习环境中的各个元素,如教师、学生、课程、物理环境等开始与计算机软硬件系统之间产生交互作用,因此,计算机增加了传统学习环境元素间相互关系的复杂性,卡特(Carter, 1990)因此断言新的技术会建构出新的学习环境。

以计算机为代表的新技术进入教室学习环境首先带来了教室外观的变化。现代化教室大多配备中央控制台,能控制计算机、投影仪、实物投影、音响设备、交互式白板等。其次,技术引发了学习模式的变化。计算机推动以学习者为中心的教学模式的发展,在计算机为核心的技术支持下,自主探究学习、

[收稿日期] 2014-07-09

[修回日期] 2014-08-28

[基金项目] 2014年度教育部人文社会科学研究“智慧教室的智能模型与评估工具研究”(14YJC880025),2014年度北京市教育科学“十二五”规划课题“北京市中小学师生对智慧教室环境感知研究”和2014年度北京市社会科学基金项目“以科技接受模式探讨北京小学生使用电子书包态度之纵贯研究”(14JYC027)。

[作者简介] 李葆萍,博士,北京师范大学教育学部讲师,硕士生导师,教育信息技术协同创新中心副研究员(libp@bnu.edu.cn);江绍祥,博士,教授,博士生导师,香港教育学院数学与资讯科技学系,系主任;江丰光,博士,北京师范大学教育学部副教授,硕士生导师,教育信息技术协同创新中心副研究员,移动学习教育部-中国移动联合实验室教学设计师;陈枕,博士,北京师范大学教育学部讲师,硕士生导师,教育信息技术协同创新中心副主任。

小组协作学习、基于移动设备的学习、泛在学习、开放课程等新的学习模式层出不穷,充分展现了技术改变学习环境进而创新学习模式的潜力。(Ahmed & Parsons, 2013; Lin, et al., 2010; Hwang, et al., 2008)

社会认知理论认为学习环境与学生的学习技能间存在密切关联。进入 21 世纪,国际社会普遍认为学生除掌握传统的阅读、写作、计算能力外,还应具备批判性思维、协同与沟通交流和创造、创新能力。在这一目标引导下,学生的学习过程必然从以接受和记忆知识为主的被动学习转向以探究和生成知识为主的主动学习。为适应学习方式的转变和促进学生高级认知和学习技能的获得,需要重新设计和调整学习环境,智慧学习环境则被认为是可以有效支持学生 21 世纪学习技能获得的学习环境。

最初的智慧学习环境指配备交互式电子白板,能支持师生间实时交互和信息展示的教室环境。随着无线通信技术、便携式个人电脑、传感器技术等的发展,智慧学习环境被看作是技术丰富的学习环境,它整合了多种技术和设备,能有效地感知外在学习环境,并用来支持学习者在真实和虚拟学习环境中开展深层次的学习活动,获得真实的学习体验。

典型的智慧学习环境设计有明尼苏达大学技术增强学习空间项目设计的“积极学习教师”(Active Learning Classrooms, 简称 ALCs), ALCs 装备 360°玻璃显示墙和圆形的课桌,每个课桌上有三台连接大 LCD 屏幕的计算机支持九名学生协作完成任务(Whiteside, et al., 2010)。斯坦福大学开发的 iRoom 包含无线鼠标和桌面键盘、三个触摸感应的智能板和一个非触摸的桌面显示器,以及一个自定义内置的 OpenGL 图形高分辨率墙壁(Johanson & Winograd, 2002)。

为了理解当前国际研究者对智慧学习环境的共识,本研究对近十年国际上有关智慧学习环境的研究进行内容分析,以期揭示智慧学习环境的研究现状和未来发展趋势,为我国智慧学习环境的理论研究和实践探索提供参考。

二、内容分析的方法和过程

内容分析法亦称为信息分析法或文献分析法,在许多研究领域,研究者常通过文献获得资料,以归

纳和预测某个领域或主题的研究现状及发展趋势。此方法主要用于解释某特定时间某现象的状态,或某段期间该现象的发展情形。在教育领域,该方法常用于把当时与其他时期的教育事件的相似性与差异性进行质的比较分析,以标示一致的趋势、一系列独特的情境,或展开新的方向。内容分析法的使用时机有以下三点:1)使用在“特定文献”的文字内容分析;2)由于研究对象或信息的特性适合或不得不采用内容分析法时;3)使用大量的文献或资料时(王文科,1986)。本研究亦选择该研究方法对智慧学习环境的研究现状及趋势开展研究。

1. 关键词和论文选择

本研究以“smart/intelligent/future classroom”“smart/intelligent learning environment”“smart/intelligent learning space”和“technology enhanced/rich classroom”为关键词在 ISI web of science、EBSCOhost、ERIC、ProQuest、Scopus Database 等数据库中进行搜索。查询结果限定在有全文的期刊论文中,最后获得 2001 年至 2013 年共 110 篇期刊论文,其中有 5 篇论文是小于 3 页的评述性文章和书评,3 篇论文被教育技术领域 2 名教授认为与智慧学习环境不相关,最终本研究选择 102 篇论文进行内容分析。

2. 内容分析编码

1) 论文基本信息:包括标题、发表时间、所刊发期刊、作者、研究机构、国家和地区等六类。

2) 研究内容分析:包括研究方法(案例研究、实验或准实验研究、基于开发的研究)、研究对象(大学、中学、小学、学前教育)、研究学科(自然科学、数学、计算机、语言艺术和其他)、研究主题、研究结论、硬件技术、软件技术、学习活动类型、交互及反馈类型等九类。

论文经两名教育技术学博士独立编码,编码结果不一致,需经全体研究者讨论达成共识以保证编码的客观性和一致性。例如,机器人技术在技术分析中的归类,经讨论最终以其在论文中的应用类型作为划分标准,因此都被纳入交互工具和协作工具。

三、内容分析结果

1. 论文基本信息

1) 出版时间 论文的出版时间分布见图 1。从 2007 年开始智慧学习环境方面的文章数量明显增

加,2009、2011 和 2013 年均超过 15 篇。

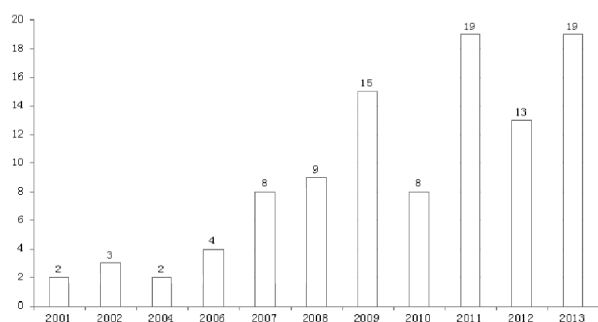


图1 文章出版年分布

2) 出版期刊 论文发表期刊及数量统计显示,《计算机与教育》(Computers & Education)共刊发45篇论文,其次是《教育技术与社会》(Educational Technology & Society)发表6篇,《教育中的人工智能国际期刊》(International Journal of Artificial Intelligence in Education)和《教育科学》(Instructional Science)分别刊发5篇,《计算机与人类行为》(Computer in Human Behavior)和《教育心理杂志》(Journal of Educational Psychology)分别刊发4篇,《交互学习环境》(Interactive Learning Environments)刊发3篇,《教育信息学》(Informatics in Education)和《学习环境研究》(Learning Environment Research)分别刊发2篇。其他26篇论文分别在26种期刊上刊发,此外76篇论文发表在SSCI索引期刊,26篇论文发表在非SSCI索引期刊。

3) 研究机构及研究区域 本研究将第一作者所在研究机构分为信息管理科学、计算机科学、教育与心理学、数学、工程技术及其他学科(包括社会学、工商学)和未注明(仅注学校名称)(见图2)。计算机科学、教育学(包括教育技术、学科教学论、教育基本理论)和信息管理科学三个领域的学者是智慧学习环境的主要研究群体,工程技术和数学及工商管理等少数学科的学者也关注该领域。

研究者所在国家和地区分布见图3。美国(25篇)和我国台湾地区(15篇)居前两位,英国(7篇)、西班牙(6篇)和希腊等欧洲国家开展了大量研究工作,澳大利亚、巴西、智利、埃及、摩洛哥等澳洲、南美洲及非洲国家也有研究成果发表。

2. 研究内容

1) 研究概要 75篇论文使用了科学研究方法开展研究,其中19篇论文采用了案例研究法,53篇

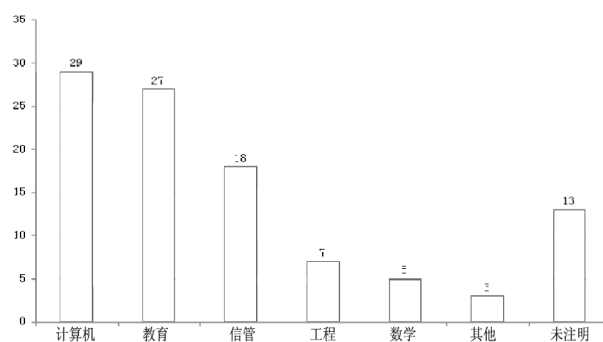


图2 作者研究机构分布

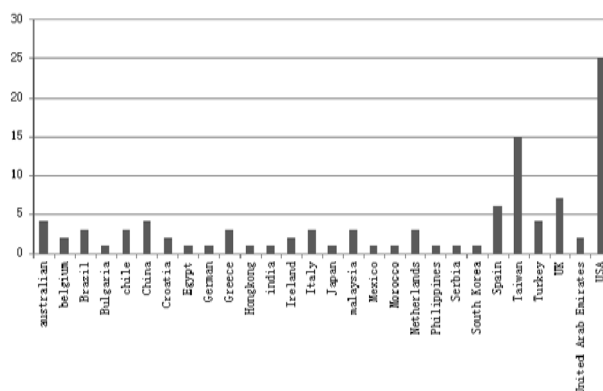


图3 论文地区分布

论文采用了实验研究或准实验研究方法,3篇论文采用了开发研究的范式。这表明国际同行重视对智慧学习环境进行实证研究。

64篇论文提到了研究对象或开展实验的学校环境,其中涉及高等教育领域的29篇,高中或者初中26篇,小学8篇,学前教育1篇。57篇论文提到了开展学习活动的学科。本研究将这些学科分为:1)自然科学类课程,包括科学、物理、化学、地理、生物;2)数学课程,包括数学、几何;3)计算机类课程(16篇),包括计算机基础、计算机编程和信息系统;4)语言与艺术课程(6篇),包括外语学习、音乐、舞蹈课程;5)其他课程(6篇),如电子商务、教学媒体、医学等。

2) 研究主题 参照2014全球华人计算机应用大会(GCCCE 2014, <http://gccce2014.ecnu.edu.cn>)及2014国际智能学习环境大会(ICSLE2014, <http://icsle2014.ied.edu.hk>)的讨论主题,本研究将论文研究主题分为12类(见表一)。智慧学习环境的结构研究、适应性策略及算法研究和教学策略研究居前三位。智慧学习环境中的应用案例、教学效果研究、功能开发、学生模型构建、创新性教学及未来教室设计等获较多关注。此外,部分研究从用

户对学习环境的体验和感知角度进行研究和评价。

3)研究结论分析 本研究对有明确研究结论的论文进行了分类和统计(见表二)。智慧学习环境的结构和开发方法方面的论文认为智慧学习环境基本结构包括:1)数据库等基础数据存储模块;2)根据不同开发功能设计的计算模型或者代理模块;3)用户数据采集模块;4)课程内容模块;5)智能决策模块;6)用户交互模块等。有研究还证明了迭代开发模型、贝叶斯算法、判定树等技术在智慧学习环境开发中的有效性。

智慧学习环境功效方面的研究通常会选择相应的被试进行实验设计,测量系统或环境在解决默认目标问题的效果和效率。论文中使用的智慧学习系统均被证明取得比较好的功效,如“能够感知学生的情绪并提供相应的回应”“能够动态地预测学习路径”“能够提供给学生学习路径的支持”“当导师系统教学策略比较缺乏时依然能够帮助学生学习”。论文中的系统功能涵盖了“构建学生模型”“提供适应性的学习内容”“改善学习技能”“支持协作学习”等。(Jaques & Vicari,2007;Latham, et al., 2012;Dogan & Camurcu, 2007; Zhang, et al., 2009; Huang, et al., 2011)

智慧学习环境对师生的影响趋于正面,主要包括“对学生产生了正面的影响,特别是在情感领域包括学习参与度、学习动机和学习交互”“加强学生与课程间的交互行为”“改善了编程质量,减少了教师的工作负担,提升了学生学习程序兴趣和其自我学习能力”“帮助教师重新组织、改变和调整课程的概念和考试的问题”“激发学生学习动机,培养学生的协作能力”“能正面影响学习者的学习体验,激发他们的学习动机并将其转化为创造力”等。“交互”“动机”“参与度”“自主学习”“情感体验”“创新能力”是常提到的关键词,显示了智慧学习环境对学习者的价值。(Hwang, et al., 2010; Wang, et al., 2011; Mitnik, et al., 2009; Kwok, et al., 2011)

智慧学习环境对学习绩效影响的主要是认为智慧学习环境改善了学生的学习绩效。如“总平均成绩提高了13%”“适应性脚手架策略训练学生更快地完成任务”“使用机器人学习的学生的图形解释能力有显著提高”“系统帮助89%以上的学生更正他们的错误”“新SQL导师系统改善了学生在SQL

表一 主题编码及统计

编码	主题内容	数量
1	智慧学习环境的结构	17
2	适应性学习策略及算法	13
3	智慧学习环境的教学策略	13
4	智慧学习环境的应用案例	12
5	智慧学习环境的教学效果	8
6	智慧学习环境的功能开发	8
7	学生用户模型	7
8	新技术创新教学	7
9	未来教室环境设计	6
10	智慧学习环境的用户体验	6
11	智慧学习环境的评估	3
12	其他综述类研究	2
共计		102

表二 研究结论

结论	数量
智慧学习环境的结构和开发方法	16
智慧学习环境的功能和绩效	20
智慧学习环境对师生的影响	15
智慧学习环境对学习绩效的影响	21
师生对智慧学习环境的态度和用户体验	15
其他,如智慧学习环境的评价、学习生态等	9
共计	96

测试的成绩”“学习系统改善学生学习信心并取得好的成绩”(Latham, et al., 2012; Blake & Butcher-Green, 2009; Kaburlasos, et al., 2008)。同样也有部分负面结论,如麦克拉伦等发现“其研究结果不能很好地支持其系统在改善学生学习方面的积极作用,特别是对于那些本身知识水平较差的学生”(McLaren, DeLeeuw & Mayer, 2011)。

用户对智慧学习环境的态度和体验方面的结论趋于正面,如“在课程中,学生对系统持有正面的态度”“学生在课堂中愿意使用更多技术支持,愿意在课堂中得到个别化的关注”(Yang, et al., 2013; Özyurt, et al., 2013)。还有研究发现学生对学习环境引导他们完成任务的满意度不高,但他们对于协作学习和创新教学方法态度变得更加开放(Strayer, 2012)。这些都表明用户对学习环境的感受复杂,智慧环境的设计和应用应考虑更多的用户体验因素。

其他研究结论涉及智慧学习环境教学与教育系

统的关系;教师整合信息技术的因素;学生 21 世纪学习技能与智慧学习环境;智慧学习环境使用中存在的问题;智慧学习环境教育应用理论基础和 TROFLEI 评价指标的验证等。

4)智慧学习环境技术 智能教室属于数字化教室的高级阶段,而信息技术是其构成中不可或缺的元素,因此本研究统计了论文中对信息技术的描述。研究者将这些技术区分为硬件设备和软件工具两大类,硬件设备包括构成智慧学习环境的基础设施和学生使用的学习设备等;软件工具指支持教学活动的平台、学科工具和开发工具。

根据技术的教学功能,本研究将其分为“通用学习支持技术”“交互支持技术”“协作支持工具”“信息呈现支持技术”“专用学科工具”“智能代理和决策技术”和“基础设施”六大类。有些研究涉及多种信息技术的应用,本文分别予以统计(见表三)。

表三未统计常规计算机设备。可以看出,各类 PDA、支持无线接入和移动通讯的学习设备、交互支持设备和协作支持设备是智慧学习环境使用频率最高的。专业学科设备和智能代理决策设备则比较缺乏。软件工具中学习支持和交互支持类软件占 61%,其次是智能代理和决策技术及专业学科工具。

5)智慧学习环境教学活动 54 篇论文描述了智慧环境下的学习活动,从中可分析智慧学习环境支持下的学习方式(见图 4)。个别化学习占 50%,协作式学习占 12%,测验、游戏式学习、探究性学习以及移动学习、社会化学习也占一定比例。

57 篇论文描述了学习中的交互活动,根据交互的对象,本研究将智慧学习环境中的交互活动分“学生与智能学习系统交互”“同伴交互”“师生交互”“学生与虚拟角色交互”“社会性交互”五类。其中,涉及学生和智能系统之间交互的有 37 篇(占 60%),学生之间交互 9 篇,师生交互 4 篇,学生在虚拟环境中的交互 4 篇,社会性交互 3 篇。

涉及交互的论文中,30 篇论文描述了对学生学习的反馈。本研究根据反馈的内容,把对学习者的反馈分为三类:一是针对学习者答案的“对错”或最终成绩进行的简单回馈,共 5 篇;二是根据学生学习结果提供补救性知识或技能的反馈,共 9 篇;三是根据学生的学习过程数据(学习行为、绩效、情绪状态等)提供个性化学习反馈,用来调整学习者的学习

表三 智慧学习环境信息技术使用统计

技术分类	硬件设备样例	硬件使用频率	软件工具样例	软件使用频率
通用学习支持技术	1)电子书 2)平板电脑 3)支持 WiFi 功能的便携电脑 4)智能手机等移动设备 5)与 PDA 无线网络连接机器人	10	1)智能学习系统:如 Oscar, ICCAT, AutoLEP, APTA 等 2)3D 虚拟游戏平台,如 EduBingo game 等 3)虚拟教学辅助系统 4)开源学习平台,如 Moodle 等	21
交互支持技术	1)检测基于视觉的运动并根据姿势进行交互的摄像设备。 2)眼动仪 3)视频会议和广播设备 4)RFID 标签和能够读标签的移动设备 5)传感器 6)穿戴式电脑 7)机器人交互工具 8)3D 体感交互设备	10	1)图形化用户界面 2)3D 虚拟现实 3)虚拟角色扮演 4)自然语言处理对话技术 5)语义网络技术 6)具备动作捕捉能力的交互平台	30
协作支持技术	1)支持协作活动的电脑 2)计算机实验室 3)机器人协作工具 4)共享式白板	7	1)讨论区和 Email 2)支持公共协作使用白板软件 3)在线多用户,多角色扮演软件	3
内容呈现支持技术	1)教室配备多个屏幕 2)移动远程呈现设备 3)大屏幕显示设备 4)3D 投影仪 5)实物投影仪	5	多媒体内容呈现工具	1
专业学科工具	绘图仪	1	1)概念图 2)文档处理工具 3)知识发现和探索工具 4)题库 5)云服务如 Google's Doc 等 6)建模工具 7)教授音乐技能的教学软件	9
智能代理与决策技术			1)能够提供适应性学习脚手架的智能代理 2)自适应内容推送智能代理 3)教师代理、学生代理、小组代理技术 4)数据挖掘技术 5)决策树技术 6)神经网络技术	19
基础设施	1)计算机网络 2)无线通讯设备 3)不间断电源	5		
共计		38		83

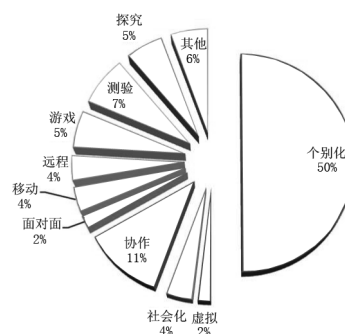


图4 学习互动类型统计

路径、学习支架、内容呈现方式、学习内容的难度等,共 16 篇。

四、研究发现

1. 智慧学习环境的研究现状

根据对国际权威期刊内容分析的结果,我们可以勾勒出当前世界各国对智慧学习环境研究的基本脉络。自 2007 年以来,智慧学习环境已成为世界关注的研究主题。该领域吸引了计算机科学、教育学和信息管理科学等的关注,研究成果多在教育技术学、人工智能和学习环境方面的高水平期刊发表。

智慧学习环境研究集中在大学和中学阶段,研究学科集中在自然科学类学科、数学和计算机学科。研究认为中学以上学生能较好地适应新型学习环境,自然科学类课程其知识逻辑体系更容易外显化,这两个因素都比较有利于对智慧学习环境进行初期探索性研究。

研究主题分析结果显示,智慧学习环境的结构和功能研究、适应性学习策略和算法研究、智慧学习环境的教学策略和教学案例设计研究最受研究者关注。研究主题选择还与研究者学科背景及地域分布相关(见图 5)。我们选择研究者最集中的三个学科(信息科学、计算机管理、教育学)与研究主题之间作交叉表分析,结果显示信息管理科学学科的研究者对系统应用和学生模型构建关注最多;计算机科学学科对系统结构、适应性策略、教学策略与创新教学的研究均有一定关注;教育学学科研究范围涵盖所有主题,相对集中在教学策略、应用案例研究和用户态度等方面。

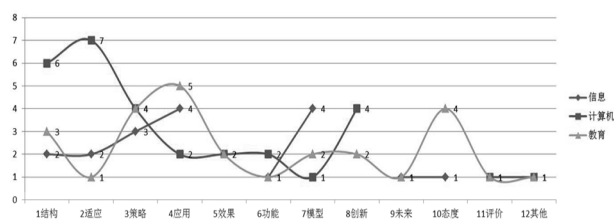


图5 作者机构和研究主题交叉表

研究区域和研究主题交叉表分析如图 6 所示,智能学习环境应用、效果、教学策略、创新教学模式、学生模型以及用户态度等研究,亚洲地区在数量上占优势,技术构架、功能设计、适应性策略、未来学习环境设计等欧美占绝对优势。这表明欧美地区在智慧学习环境研究上存在技术与功能导向,而亚洲地

区存在应用导向的研究偏好,这种现象与不同国家和地区的信息科学技术发展水平和使用文化相关。

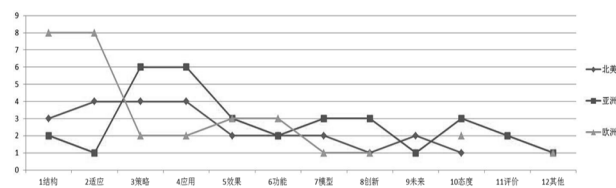


图6 研究区域和研究主题交叉表

研究结论分析显示,研究者对智慧学习环境的基本功能和结构方面达成了共识。有关智慧学习环境的功能和绩效,智慧学习环境对师生教学活动的影响,以及用户对智慧学习环境的态度和体验等研究结论多数趋于正面,少数研究对智慧学习环境在改善学生学习绩效方面提出趋于负面的结论。这表明不同研究者对新型学习环境有不同的理解。

2. 智慧学习环境的研究趋势

本研究以时间发展为脉络分析了智慧学习环境中的学习活动、学习交互及反馈方式(见图 7)。自 2008 年以来,伴随着创新交互设备和环境感知智能技术的支持,越来越多的创新学习活动研究不断涌现。这说明智慧学习环境中的学习活动设计趋于多样化,学习空间延伸至虚拟空间、互联网乃至校外,从而使学习活动更具多样性,学习空间更具开放性。

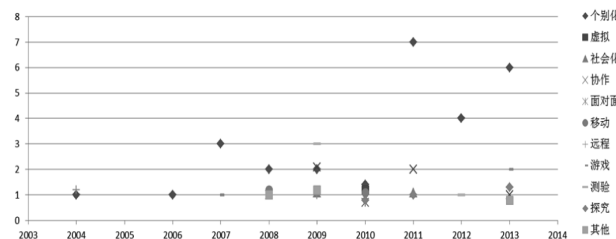


图7 学习活动和发表时间交叉表

学习交互类型与发表时间交叉表分析结果如图 8 所示。有关技术为媒介的新的交互方式研究 2008 年开始出现,增加了学生学习互动的新途径,如通过传感器、RFID 标签和无线接入个人学习设备与真实学习对象进行交互,与虚拟导师和同伴交互,通过网络与校外专家、同伴交互等(Hwang, et al., 2010)。纽豪斯(Newhouse, 2001)认为技术对于改变学习环境中的交互方式起着至关重要的作用。本研究中学习交互的分析结果印证了他的观点,智慧学习环境正向多层次、多通道地拓展学生学习交互活动的方向发展,并在丰富的交互活动中关注学生所能获得

的真实的学习体验。

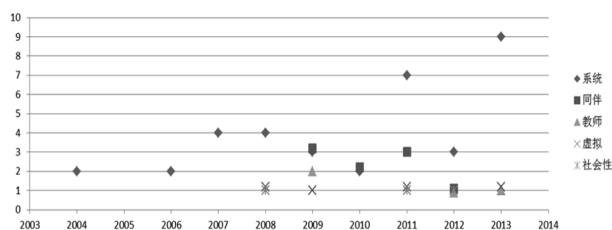


图9 交互方式和发表时间交叉表

关于智慧学习环境中各类学习反馈类型来源如表四所示,通过智能学习系统提供给学生的适应性反馈有13例,占81%。适应性学习反馈指对学习者的学习路径、辅助学习支架、学习内容呈现方式、学习内容的难度等提供的个性化反馈,它需要建立在对学习者学习过程、学习特征、学习结果等大量数据的采集、分析、建模、决策的基础上。这表明智慧学习环境研究关注到了大规模学习数据分析领域。

表四 反馈类别及反馈来源数统计

	适应性反馈	补救性反馈	简单反馈
智能系统	13	5	2
同伴	2	2	1
教师	1	2	2
合计	16	9	5

3. “技术丰富”是引导智慧学习环境研究走向的驱动力

通过内容分析,本研究发现国际智慧学习环境研究与信息技术发展水平和发展趋势密切相关。技术丰富是智慧学习环境的技术特征和构建基础,在技术丰富的驱动下,智慧学习环境的研究不断深入。为了印证这一观点,本研究将研究主题和发表时间做交叉表分析(见图9)。智慧学习环境研究主题从2006-2007年开始呈现多样化特征,表现在:一方面新的研究主题和方向逐渐出现并持续增长,如2006年出现适应性学习策略和算法研究,2009年出现未来教室研究和新技术创新教学研究等;另一方面传统的研究主题伴随着新教学模式出现,在数量上显著增长,如教学策略研究从2001年出现,但数量不多,2011年后明显增长。2006-2007年正值WiFi技术、触控技术、社交网站等崛起之时,它们为智慧学习注入了发展动力。

研究认为智慧学习环境的技术丰富特性和当前研究契合性体现在以下几方面:

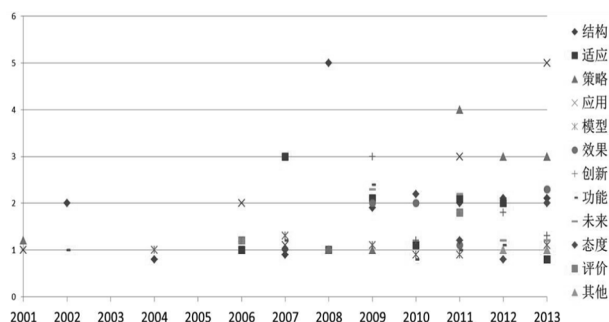


图9 发表时间和研究主题交叉表

1) 种类多样的技术支持丰富学习活动的研究。除常规技术外,共有121种实际使用的技术出现在选定的论文中,显示技术使用种类丰富。这些技术均能支持学生个别化学习、小组学习、远程学习、课外学习等,且对课堂中人际交互、信息呈现、智能化学习帮助也能提供便利的支持,全方位涵盖了师生、课堂内外各种技术需求。

2) 高交互技术支持用户学习体验的研究。如多数量、大屏幕的显示屏能够提供高质量的信息显示,还能同时展示多个信息来源的内容,增加了信息传递的通道;3D虚拟现实技术和可穿戴设备技术的使用能够增强用户对信息呈现的感知和增强其对外在学习对象的交互和操控能力。交互通道的扩展意味着学生学习空间研究从传统的物理空间扩展到数字化虚拟空间,从教室内部扩展到教室外部;学习关系研究从传统的校内师生关系和同伴关系延伸到校外各类社会性资源和整体学习脉络中(learning context);学习体验研究从简单模拟和仿真式替代体验向更加丰富、互动性的真实体验发展。

3) 强大的技术数据处理能力支持智能化学习研究。智慧学习环境中的技术有主动感知环境,并通过收集环境数据和跟踪学习者学习过程数据,综合进行教学决策的能力。例如,RFID标签、传感器、眼动仪等设备不仅能采集学习环境的温度、湿度、重力、地理位置等信息,还能采集学习者生理指标、情绪状态、学习特征等数据,进而在数据挖掘、数据建模、自然语言处理等技术的支持下根据大数据作出教学决策,并给予学习者拟人化的反馈结果及适应性的学习支持,凸显智能化学习特征。目前,很多与未来教室、适应性学习策略及算法,以及学生模型建构等相关的研究都和智慧学习环境中的数据分析处理技术密切相关。

[参考文献]

- [1] Ahmed, S., & Parsons, D. (2013). Abductive science inquiry using mobile devices in the classroom [J]. *Computers & Education*, (63): 62–72.
- [2] Blake, M. B., & Butcher-Green, J. D. (2009). Agent-customized training for human learning performance enhancement[J]. *Computers & Education*, (53): 966–976.
- [3] Carter, D. S. G. (1990). Knowledge transmitter, social scientist or reflective thinker: Three images of the practitioner in Western Australian high schools [J]. *Theory and Research in Social Education*, XVIII: 274–317.
- [4] Dogan, B., & Camurcu, A. Y. (2007). Association rule mining from an intelligent tutor [J]. *Educational technology systems*, 36 (4): 433–447.
- [5] Fraser, B. J., & Walberg, H. J. (Eds.). (1991). *Educational environments*[M]. Oxford: Pergamon Press.
- [6] Huang, C.-J., Wang, Y.-W., Huang, T.-H., Chen, Y.-C., Chen, H.-M., & Chang, S.-C. (2011). Performance evaluation of an online argumentation learning assistance agent [J]. *Computers & Education*, (57): 1270–1280.
- [7] Hwang, G.-J., Chu, H.-C., Shih, J.-L., Huang, S.-H., & Tsai, C.-C. (2010). A decision-tree-oriented guidance mechanism for conducting nature science observation activities in a context-aware ubiquitous learning environment[J]. *Educational Technology & Society*, 13 (2): 53–64.
- [8] Hwang, W.-Y., Shadiev, R., Kuo, C. T., & Chen, N.-S. (2008). Effects of Speech-to-Text Recognition Application on Learning Performance in Synchronous Cyber Classrooms [J]. *Educational Technology & Society*, 15 (1): 367–380.
- [9] Jaques, P. A., & Vicari, R. M. (2007). A BDI approach to infer students emotions in an intelligent learning environment[J]. *Computers & Education*, (49): 360–384.
- [10] Johanson, B., Fox, A., & Winograd, T. (2002). The Interactive Workspaces Project: Experiences with Ubiquitous Computing Rooms [J]. *IEEE Pervasive Computing*, (2): 67–75.
- [11] Kaburlasos, V. G., Marinagi, C. C., & Tsoukalas, V. T. (2008). Personalized multi-student improvement based on Bayesian cybernetics [J]. *Computers & Education*, (51): 1430–1449.
- [12] Karatas, S. (2008). Interaction in the Internet-based distance learning researches: Results of a trend analysis [J]. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(2), article 2.
- [13] Kwok, C.-W., Cheng, S. H., Ip, H.-S., & Kong, S.-L. (2011). Design of affectively evocative smart ambient media for learning [J]. *Computers & Education*, (56): 101–111.
- [14] Latham, A., Crockett, K., McLean, D., & Edmonds, B. (2012). A conversational intelligent tutoring system to automatically predict learning styles [J]. *Computers & Education*, (59): 95–109.
- [15] Lin, Y.-T., Huang, Y.-M., & Cheng, S.-C. (2010). An automatic group composition system for composing collaborative learning groups using enhanced particle swarm optimization [J]. *Computers & Education*, (55): 1483–1493.
- [16] Logan, K. A., & Crump, B. J. (2006). Measuring the computer classroom environment: lesson learned from using a new instrument[J]. *Learning Environments Research*, (9): 67–93.
- [17] McLaren, B. M., DeLeeuw, K. E., Mayer, R. E. (2011). Polite web-based intelligent tutors: Can they improve learning in classrooms [J]. *Computers & Education*, (56): 574–584.
- [18] Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience [J]. *Computers & Education*, (53): 330–342.
- [19] Newhouse, C. P. (2001). Development and use of an instrument for computer-supported learning environments [J]. *Learning Environments Research*, 4(2): 115–138.
- [20] Özyurt, Ö., Özyurt, H., Baki, A., & Güven, B. (2013). Integration into mathematics classrooms of an adaptive and intelligent individualized e-learning environment: Implementation and evaluation of UZWEBMAT [J]. *Computers in Human Behavior*, (29): 726–738.
- [21] Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation [J]. *Learning Environment Research*, (15): 171–193.
- [22] Wang, T., Su, X., Ma, P., Wang, Y., & Wang, K. (2011). Ability-training-oriented automated assessment in introductory programming course [J]. *Computers & Education*, (56): 220–226.
- [23] 王文科 (1986). *教育研究法* [M]. 台北: 五南图书出版有限公司: 453–463.
- [24] Whiteside, A., Brooks, D. C., & Walker, J. D. (2010). Making the Case for Space: Three Years of Empirical Research on Learning Environments[J/OL]. *EDUCAUSE Quarterly*, (33).
- [25] Yang, Y., Leung, H., Yue, L., & Deng, L. (2013). Generating a two-phase lesson for guiding beginners to learn basic dance movements[J]. *Computers & Education*, (61): 1–20.
- [26] Zhang, L., Gillies, M., Dhaliwal, K., Gower, A., Robertson, D., & Crabtree, B. (2009). E-Drama: facilitating online role-play using an AI actor and emotionally expressive characters [J]. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (19): 5–38.
- [27] Zhao Jiangtao. (2008). Research university faculty perceptions of smart classroom technologies [M]. Beijing: Intellectual Property Publishing House: 5–14.

(编辑: 李学书)

The Status and Trend of Research towards Smart Learning Environments: A Content Analysis of International Publications in the Past Decade

LI Baoping^{1,2} KONG Siucheung³ CHIANG Fengkuang^{1,2} & CHEN Guang^{1,2}

(1. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Collaborative & Innovative Center for Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Department of Mathematics and Information Technology, Hong Kong Institute of Education, Hong Kong, China)

Abstract: Smart Learning Environments (SLE) is the advanced stage of the development of the digital learning environments. Some practices and results showed that in a technology-rich learning environment, it will be easier to stimulate students' learning motivation, promote students' active learning behaviors, and achieve good learning performance through giving learners authentic learning experiences and adaptive learning support. This study searched journal articles by key words including smart classroom, intelligent classroom, future classroom, technology enhanced classroom, technology-rich classroom, smart learning environment, intelligent learning environment, smart learning space, and intelligent learning space. Finally 102 journal articles of SLE were selected from digital databases including ISI web of science, EBSCO host, ERIC, ProQuest, and Scopus for content analysis. The study analyzed the papers as two types of items. One was the basic information of each paper, including its title, publishment date, name of journal, author, the organization of the author. The other was content analysis of the paper, including its research method, research settings, research subjects, research issues, findings, conclusions, hardware devices, software, teaching and learning activities, learning interaction and feedback. Through the review of current researches, the study aimed to find the research trend and the driving force of researches for SLE in the future.

The study found that SLE has been a worldwide research area with distinctive regional characteristics in its research issues. The architecture and function for SLE, the strategy and algorithms for adaptive learning support, and the pedagogical model and case study in SLE have been studied the most, and future classroom environment, the innovation of teaching and learning activities with support of information technologies, and the learning experience of teacher and student have become the hot issues. The conclusions of the publications show that the teaching effect, learning performance, user attitude, and learning experience in SLE are positive. The information technologies used in SLE are supporting learners to have a more clear perception of the learning context, to be better informed in interacting with students through multi-channels; and enabling the collection and modeling of learning data. These technologies make the learning environment more flexible and adaptable, as well as enable more effective individual and social learning processes.

Almost all the teaching and learning activities like individualized learning, virtual learning, mobile learning, distance learning, game-based learning, and inquiry learning were studied in the selected articles. It indicated that SLE could be adaptive to all the teaching and learning activities. Besides traditional student-teacher, and student-student learning interaction, new interaction like student with authentic learning objects, student with virtual learning peers, as well as student-robot were emerged. It indicated the SLE extended learning interaction and provided new channels for feedback in learning.

The study also found that since 2008, accompanying with the popularity application of portable and mobile handheld devices, wearable PCs, and sensor technologies in education, the learning activities in SLE tend to be diversified and innovation, the learning space tend to be open and virtual, the learning interaction tend to be multi-channeled and multi-leveled, the learning experience tend to be hands-on and rich, as well as the learning support for learners tend to be personalized and adaptive. The outcome of the content analysis indicates that these changes were driven by technology rich characteristics in SLE, and with the support of new technologies, the studies towards the future learning space design, the innovative pedagogical mode, and the smart learning support would become the trend of research in SLE in the future.

Key words: smart learning environments, content analysis, intelligent technology.