

# 普适计算环境中的泛在学习

付道明<sup>1</sup>, 徐福荫<sup>2</sup>

(1.漳州师范学院 教育系, 福建 漳州 363000; 2.华南师范大学 教育信息技术学院, 广东 广州 510631)

**摘要:**泛在学习是目前国际国内教育技术领域关注的热点问题。本文在对普适计算和泛在学习概念梳理的基础上, 对近 20 年来普适计算的相关研究进行了综述, 并着重对日本 Tokushima 大学工程学院开展的普适计算环境中的泛在语言学习和我国清华大学计算机系设计开发的面向现代远程教育的智能教室进行了个案研究。

**关键词:**普适计算; 泛在学习; 学习环境; 个案研究

**中图分类号:**G434 **文献标识码:**A

随着计算机和国际互联网络技术的发展, 网络中传输的信息在人们的生活中发挥着越来越重要的作用。人们可以通过远程网络进行课程的学习和相互交流。然而目前人机交互的主要通道是键盘和鼠标, 工作进程中需要手工配置计算机的软硬件, 并显式地把计算任务映射到应用程序中, 这种私有和固定的基于桌面计算的传输模式很难满足人们在不同地点和环境, 甚至在移动过程中获取、加工、传输、处理信息的工作需求。<sup>[1]</sup>因而人们不再满足于桌面环境的以计算机为中心而非以人为本的网络信息获取方式, 而渴望像使用水、电、纸、笔一样可以随时随地得到信息服务。普适计算技术和运用该技术的泛在学习方式就是在这样的需求中诞生和发展起来的。不过, 由于基础设施、技术、管理等多方面综合因素的影响, 目前普适计算还远未深入人们的日常生活中, 泛在学习也还处于一种小范围的实验之中。

## 一、普适计算研究综述

### (一) 相关概念

#### 1. 普适计算

普适计算 (Pervasive Computing, Ubiquitous Computing) 这一概念最早源自 Xerox PARC (Palo Alto Research Center) 计算机科学实验室首席科学家 Mark Weiser 在 1988 年提出的 'Ubiquitous Computing' (缩写为 Ubicomp 或 UC) 的思想。其基本思想是为用户提供服务的普适计算技术将从用户意识中彻底消失, 即用户和周围环境 (无数大大小小的计算设备) 在潜意识上进行交互, 用户不会有意识地弄清楚服务来自周围何处。<sup>[2]</sup> (如图 1<sup>[3]</sup>所示)

"普适计算 2007 国际会议"官方网站指出, 普适计算是指人们可以在任何时间 (anytime) 任何地点 (anywhere) 通过我们日常生活中的物体和环境中的某一联网的动态设备, 而不仅仅是计算机设备进行

随时随地的交流和协作。<sup>[4]</sup>谢伟凯博士指出, "普适计算是信息空间与物理空间的融合, 在这个融合的空间中人们可以随时随地、透明地获得数字化的服务。"<sup>[5]</sup>该定义强调了普适计算的信息空间与物理空间融合和计算对人透明两个本质属性, 具有一定的代表性。

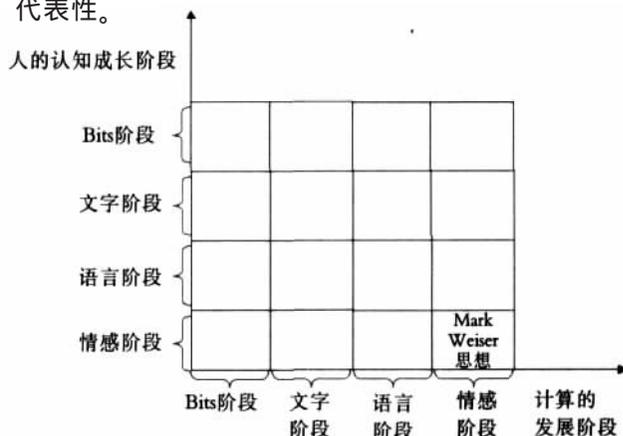


图 1 人的认知成长过程和计算的发展过程

#### 2. 交互

在普适计算环境中, 交互是一个广泛而普遍存在的现象。它涉及到人与普适计算设备、普适计算设备与普适计算设备以及人与人之间的频繁的信息交换。这里的交互必须实现人的潜意识上与普适计算设备的交流。

#### 3. 智能空间

智能空间 (Smart Space) 是指一个嵌入了计算、信息设备和多通道传感器的工作空间, 在智能空间里, 用户能方便地访问信息和获得计算机的服务, 可更加高效地单独工作或与他人协同工作。<sup>[6]</sup>从智能空间入手研究普适计算是一种非常有效的途径。

### (二) 普适计算研究综述

普适计算的概念自 Mark Weiser 在 1988 年提出以来, 从 20 世纪 80 年代至今, 各国掀起了普适计算

研究的热潮。美国国家标准和技术协会 NIST (National Institute of Standards and Technology) 联合各大型企业研究机构专门针对普适计算制订了详细的研究计划, 而信息技术实验室 ITL (Information Technology Laboratory) 负责协调、制定标准、测试等工作。

从 1999 年起, Ubicomp 和 Pervasive Computing 国际会议——“普适计算国际学术会议”每年举办一次。1999 年 9 月 27—29 日, 在德国 Karlsruhe 举办了首届普适计算国际会议, 2000 年在英国 Bristol, 2001 年 9 月 30 日至 10 月 2 日在美国乔治亚亚特兰大、2002 年在瑞士、2003 年在美国华盛顿州、2004 年在英格兰 Nottingham, 2005 年 9 月 11—14 日在日本东京、2006 年在美国 California, Orange County 共举行了八届会议, 2007 年第九届会议将在澳大利亚举行。2002 年 IEEE Pervasive Computing 期刊创刊。世界范围研究机构的成立、定期开展国际会议、专业刊物的创立等等, 这一系列事件都标志着普适计算和泛在学习逐渐形成了独立、完整的研究体系。

美国芝加哥大学教授 M. Satyanarayanan 认为, 从分布式计算、移动计算到普适计算的发展历程来看, 研究普适计算的动力在于四个方面: 智能空间的有效运用 (Effective Use of Smart Spaces)、不可见性 (Invisibility)、本地或局部可伸缩性 (Localized Scalability) 和屏蔽非均衡条件 (Masking Uneven Conditioning)。通过将计算基础结构嵌入到建筑结构中, 一个智能空间 (Smart Space) 可以将两个脱节的世界 (指移动和固定) 联系在一起。<sup>[7][8]</sup> 如果一个普适计算环境能够持续满足用户期望, 很少使用户意识到它的存在, 就要求用户在潜意识上与环境相互影响。

从技术上, 实现普适计算必须做到满足三个条件: 首先, 市场上大量出现可供购买的尺寸大小不一、种类繁多的显示设备和廉价、低能耗计算设备; 其次, 存在将所有计算设备 (如嵌入式计算设备、辅助设备) 联接在一起的网路; 最后, 研制出用于实现普适计算应用系统的软件支撑系统。<sup>[9]</sup> 就目前国际国内的技术水平来看, 设备的制造是一个容易实现的问题, 此外还存在着网络互联和软件支撑系统涉及到的基础设施建设、网络管理、普适计算关键技术与实现、通讯协议、操作系统、软件工程和窗口系统的设计等等一系列的问题。因此, 至今普适计算及其应用仍处于技术层面的研究和小范围的实验阶段。

二、泛在学习 (Ubiquitous Learning) 的概念及其特征

泛在学习其实并不是一个新名词, 从广义上看,

学习本身是无处不在的: 首先, 学习的发生无处不在; 其次, 学习的需求无处不在; 第三, 学习资源无处不在。然而, 无处不在的学习并不一定能无处不在地得到学习支持, 无处不在的学习并不一定能无处不在地产生相应的学习效果。<sup>[10]</sup> 普适计算环境的泛在学习是指在信息空间与物理空间相融合的空间里, 学习的发生、学习的需求以及学习资源无处不在, 学习者可以得到普适计算环境的随时、随地的支持。

目前多数实时交互式远程教育一般都是基于桌面的视频会议系统, 如微软的 Net Meeting 等展开。在这种数字化环境中, 教师和学生必须坐在计算机前面, 通过鼠标、键盘和计算机屏幕等外设来进行教与学的活动。这种基于桌面的远程教学系统将师生交互阻断于计算机之外, 迫使教师和学生把主要的精力放在操作计算机、与计算机进行交互上, 从而限制了师生的深度交互。泛在学习方式代表了一种新的学习服务理念, 这种学习方式通过透明技术和服务来实现。普适计算和泛在学习方式将为数字化学习 (e-Learning) 提供更多的新的传播媒体的选择而不是教学模式, 由此产生的泛在知识体系也是值得我们关注的研究主题。<sup>[11]</sup> 在 Miltiadis D Lytras, Ambjörn Næve 和 Athanasia Pouloudi 等人构想的 2004—2010 年数字化学习的知识管理蓝图 (A Knowledge Management Roadmap for e-Learning) 中, 泛在学习在数字化学习 (e-Learning) 的文化叙事阶段扮演着非常重要的角色。<sup>[12]</sup>

在当今资讯丰富的世界, 对人们挑战最大的不仅仅是随时随地以任何一种方式为学习者提供信息, 而且要让学习者能够对信息进行加工并以正确的方式、在正确的场合表达准确的事件 (Fischer, 2001)。普适计算环境使学习者随时随地的学习成为可能。从学习环境的分类来看, 泛在学习环境属于深入层次较高、学习的移动性最高的一种学习环境 (如图 2 所示)。<sup>[13]</sup> 一个泛在学习环境是一种整合的学习环境, 它整合了物理的、社会的、信息的和技术的多个层面和维度。在一个泛在学习环境中, 各种教育机构 (Educational Institutions)、工作坊 (Workspace)、社区 (Community) 和家庭 (Home) 将会被有机地整合在一起。<sup>[14]</sup>

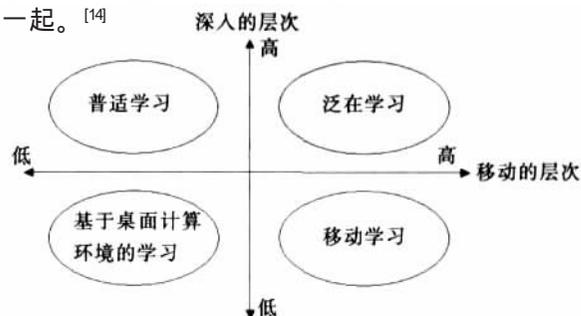


图2 学习环境的分类

泛在学习的主要特征<sup>[15]</sup>(Chen et al., 2002; Curtis et al., 2002) 包括:

1.永久性(Permanency): 学习者可以将每天的学习进度记录下来,在不删除的情况下,学习者永远也不会失去学习进度。

2.易获取性(Accessibility): 整个学习过程是学生自主控制的,学习者可以随时随地获取文档、数据或者视频资源。

3.即时性(Immediacy): 无论学习者身处何地,他们都能即时获取信息,这为学习者即时解决问题提供了便利。

4.交互性(Interactivity): 通过同步或异步的交流方式,学习者可以与专家、教师或者学习伙伴进行交互。

5.教学活动的真实性(Stuating of instructional activities): 学习可以真实地融入我们的日常生活,我们面临的问题或习得的知识是自然世界里真实可信的。

6.适应性(Adaptability): 学习者可以在合适的地点以合适的方式获得正确的信息。

7.协作性(Collaborative): 学习者可以在计算机支持的泛在协作学习(Ubiquitous CSCL)环境中实现社会知识建构和共享的社会认知过程。

### 三、普适计算环境中泛在学习的个案研究

#### (一) 普适计算技术支持的语言学习案例<sup>[16]</sup>

普适计算技术在语言教学中具有得天独厚的优势,学习者的语言学习受环境因素的影响非常大。语言学习活动往往可能随时随地发生,学习者在平时的语言学习中常常需要跟自己的母语相对比,在学习社区中与他人交流或者就某一议题展开讨论,这时学习者尤其需要随时得到学习支持。日本 Tokushima 大学工程学院的 Hiroaki Ogata 和 Yoneo Yano 教授领导的研究小组专门针对该校海外留学生学习日语和日本本国学生学习英语开发了泛在学习系统(Computer Supported Ubiquitous Learning, 缩写为 CSUL, 又可以称为 CLUE 系统)。学习者需要利用 PDA(Personal Digital Assistant) 储存和分享信息,系统通过 PDA 为学习者提供不同学习环境中的正确表达。例如,当学习者进入医院,这时 PDA 就可以为学习者提供在医院环境中的正确表达语句。这种形式有利于鼓励学生在实际生活情境中进行语言交流和协作学习。

#### 1. 系统结构

CLUE 系统包括了服务器端和客户端两个部分。学习者的客户端使用装有 Pocket PC 2002 操作系统的 Toshiba Genio 款式的 PDA、个人 Java GPS

和无线局域网(支持 IEEE 802.11b 协议)。CLUE 系统包括以下一些模型(如图 3 所示):

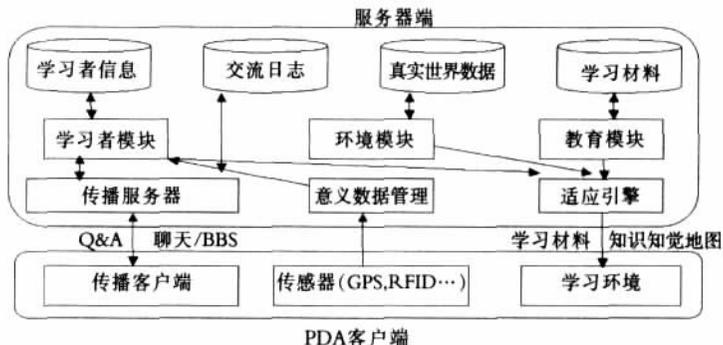


图 3 CLUE 系统结构图

(1) 学习者模型: 该模型包括了学习者个人的一些信息,如姓名、年龄、性别、职业、兴趣爱好以及各级各类的表达形式等等。

(2) 环境模型: 该模型包含了地图中的物体、房间、建筑物以及物体与句子表达形式关联的数据。

(3) 教育模型: 该模型作为学习材料和工具词典管理着句子表达。

(4) 传播支持模块: 此服务器充当了即时收发器的作用,管理着 BBS 和聊天工具。

(5) 定位管理模块: 该模块储存了每个学习者的位置信息。

(6) 适应引擎模块: 该模块向学习者推荐合适的表达句子和知识知觉地图。

(7) 传播客户端: 该客户端是 BBS 和聊天客户端。

(8) 位置传感器: 该模块向学习者自动传送接收来自 GPS 的其所处位置的信息。

#### 2. 子系统及其功能介绍

该系统包括三个支持泛在语言学习的子系统,分别是:句子学习系统、礼貌用语学习系统和词汇学习系统。

#### (1) 句子学习系统

留学生们可以将有用的表达短语存储在 CLUE 系统中,也可以在平时有疑问时向系统提问。日本学生负责界定表达短语或者回答留学生们的提问。当学生们处于移动状态中时,CLUE 系统可以随时随地地为他们提供足够的表达短语和问题。在初始状态,一些基本的句子首先被储存在相应的数据库中。其学习界面如图 4 所示。



图 4 计算机支持的泛在语言学习界面

其中, A 窗口显示的是学习者当前所处的位置。地图面板表面上的图标指示的是每个学习者的学习状态。例如, 当学习者遇到问题时, 可以点击面板上的图标并把求助信息发送给与该 PDA 互联的其他人。位置指示主要通过全球卫星定位系统(GPS)实现。

当学习者进入一个新的环境, 窗口 B 就会出现, 该窗口是用英语描述的一些有用的表达形式。如果学习者已经掌握了所处环境的所有表达形式, 这些表达就将不再显示。如果学习者能正确地回答这些与英语相对应的日语表达形式, 系统就会显示下一个表达形式。否则, 同样的表达就会在下一个地方重复出现。

如果学习者遇到了表达上的问题, 窗口 C 就会显示。该窗口显示了句子表达形式与其他学习者之间的关联关系。越处于链接上方的学习者, 给出正确答复的机率就越高。

### (2) 礼貌用语学习系统

日语的礼貌用语可以分为敬语和谦语, 在实际生活会话场景中(如图 5 所示), 学习者只要在 CLUE 系统的 PDA 设备中输入相关的信息, 比如姓名、年级和年龄等, 当画面中的 X 先生跟 Z 先生对话时, 系统就会告诉 X 先生正确的礼貌用语表达形式。



图 5 日语礼貌用语学习场景

### (3) 词汇学习系统

在初级语言学习班级中, 为了提醒学习者, 系统设计者在每个物体上都贴上该物体相应的名称词汇。词汇学习子系统的设计思想是将词汇与其出现频率联系起来, 而不是仅仅通过在物体上贴标签对物体做出注解。例如, 在图 6 所示的词汇学习场景中,



图 6 日语词汇学习场景

中, 左边出现的系统窗口可以为学习者提供真实场景中的词汇问题和正确的答案。比如, 当学习者进入会议室时, 系统会向学习者提出“在日语中, 圆形桌子的词汇表达是什么? ”。在学习者需要的情况下, 系统可以重复该日语提问, 直到学习者正确辨认场景中“圆桌”的日语词汇表达, 否则系统就会在左边的 PDA 窗口中给出提示。

### (二) 清华大学面向远程教育的智能教室<sup>[7]</sup>

清华大学计算机系徐光祐、史元春教授等领导的团队设计开发了基于智能空间(Smart space)的面向远程教育的智能教室(Smart Room)。该智能教室是为了解决远程教育中由于基于桌面计算、以课件

下载和浏览为主要形态等带来的种种问题而设计开发的(其设计思路如图 7 所示)。智能空间是普适计算的一种应用范例, 而完成远程教育的智能空间被称之为智能教室。智能教室为一个教学楼大小, 由多个以教室为单位的智能空间组成。

该系统通过在一个实际的教室中嵌入丰富的信息呈现设备、传感设备、感知模块和相应的计算机系统, 把整个教室的三维空间增强

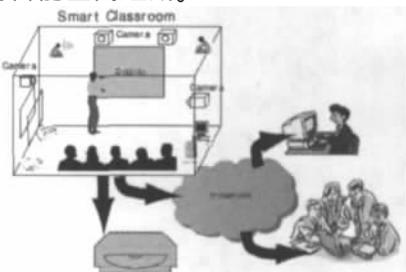


图 7 基于智能空间的远程教育

为一个实时交互式远程教育系统的交互接口, 使得教师可以在用自己熟悉的面对面教学的方式来对现场学生进行授课的同时, 透明地与远程学生进行交互, 就像远程学生也出席在现场一样。同时教室中授课的过程, 包括与远程学生的交互过程, 都会被自动地记录成有结构的和可检索的多媒体流复合文档。该文档可以作为课件放在网上供学生下载浏览。如果需要的话, 教师也可以用简单易用的后期编辑工具对记录的文档进行剪裁。

### 1. 智能空间中的普适计算关键技术

智能空间通过提供了联入 Internet 的静态和动态信息环境, 在智能空间里, 用户能方便地访问信息和获得计算机的服务, 可更加高效地单独工作或与他人协同工作。作为实现上下文感知的一个重要平台, NIST 的 ITL 对这一领域进行了研究, 并提出如图 7<sup>[8]</sup>所示的智能空间中普适计算关键技术。

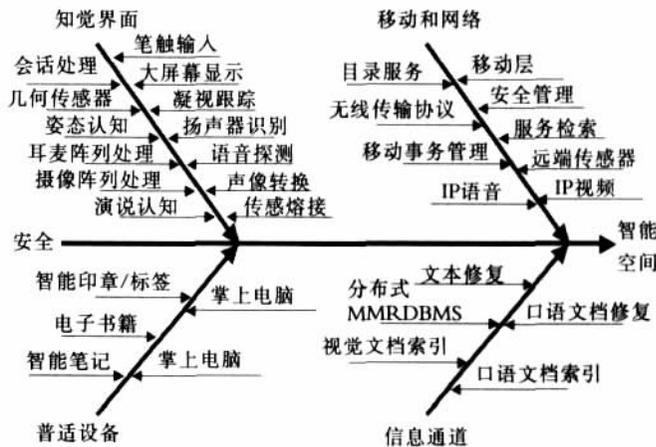


图 8 智能空间中的普适计算技术

### 2. 系统的功能设计

#### (1) 远程学生的虚拟出席

为了实现远程学生虚拟出席的效果, 该系统为远程学生和现场教师及学生提供了相互交流的无缝

联接平台,人与人之间可以跨越机器设备的制约,实现在潜意识层面上的深层交互功能。为了实现上述远程学生和现场之间的信息交换,研究者在智能教室中设计了如下几个机制:

a.学生板(StudentBoard):学生板是显示远程学生头像的大屏幕投影,它可以为远程学生与现场师生之间的交互提供透明的、嵌入教室的、符合实际场景中的交互支持。

b.媒体板:是指在智能教室正面安装的用以向现场学生和远程学生显示电子文档的大尺寸投影屏幕和相应的投影机。

c.激光笔:是在智能教室中设计的基于计算机视觉方法的激光笔,并设计了激光笔光点的跟踪模块,该模块可以监测教师讲解过程中激光光点位置,并同步显示在远程媒体板上。

d.智能导播:智能导播机制包括一组不同角度的摄像头和一个教室上下文识别模块,上下文识别模块将利用若干线索推断课堂当前的上下文,并选择一个取景最好的反映课堂当前上下文的摄像头作为现场的视频传输给远程学生。

#### (2)透明的人机交互接口

透明的人机交互接口是教师在课堂中按照其熟悉的方式授课时的语言、板书、身体动作等可以被智能教室透明地识别并作为计算机系统的各种输入命令。

#### a.基于 SmartBoard 的板书和讲义演示控制

智能教室现场使用了一块 SmartBoard 设备作为媒体板的显示屏幕,该设备内嵌的压力传感器阵列可以将教室板书的笔迹传输给远程学生,同时也可以通过触摸显示在屏幕上的相应按钮或图标来控制演示讲义的翻页、卷屏等操作。

b.基于语音命令和激光笔的远程学生发言权控制系统设计了通过语音命令或者激光笔来选择远程学生发言的机制。

#### c.具有语音交互能力的虚拟助理

为了便于教师控制讲义演示,系统还设计了通过语音命令来完成讲义的翻页、卷屏等操作。

#### d.基于生物特征的教师身份认证

传统的身份认证采用键盘输入帐号、口令的方式进行,智能教室组合了人脸识别和声纹识别技术,采用基于生物特征的教室身份认证,教师只需通过声纹和自己脸部就可以完成身份验证,摄像机也可调整到合适的方位和角度。

#### (3)课堂经历记录

系统对教师演示的讲义、教师讲课时的板书、教师讲解时的音视频、学生发言的音视频等信息流的数字化处理,并将这些信息流设计成一个复合的同步多

媒体文档格式 ARS 从而保留了课堂经历记录。这些文档放在服务器上可以供学生下载和浏览。

#### 四、小结

泛在学习其实并不是一个新名词,而普适计算技术支撑的泛在学习系统为人类适应未来数字化学习并驰骋于海量信息的学习型社会提供了支持和保障。通过对日本 Tokushima 大学工程学院开展的普适计算环境中泛在语言学习和我国清华大学计算机系设计开发的面向现代远程教育的智能教室的个案分析,我们可以推断:普适计算技术将不断深入教育的各个领域,在未来数年内,泛在学习必将在包括现代远程教育在内的许多领域得到迅速发展和普及。

#### 参考文献:

- [1] 谢伟凯.智能空间关键支撑技术的研究[D].北京:清华大学工学博士学位论文,2003.
- [2] Weiser M. The Computer for the 21st Century [DB/OL]. <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>.
- [3] 郑增威,吴朝晖.普适计算综述[J].计算机科学,2003,(4):18—22.
- [4] Ubiquitous Computing [EB/OL]. <http://www.ubicomp2007.org>
- [5] 徐光祐,史元春,谢伟凯.普适计算[J].计算机学报,2003,(9):19—27.
- [6] Gregory Abowd, Chris Atkeson, Irfan Essa Ubiquitous Smart Spaces [EB/OL]. <http://www.cc.gatech.edu/fce/pubs/darpauss98.pdf>.
- [7] Satyanarayanan M. Pervasive Computing: Vision and Challenges [DB/OL]. <http://www.csc.mu.edu/~aura/docdir/pcs01.pdf>.
- [8] Sandeep K. Gupta Set al. An Overview of Pervasive Computing [DB/OL]. [http://diuf.unifr.ch/pai/education/2002\\_2003/seminar/winter/telecom/00943997.pdf](http://diuf.unifr.ch/pai/education/2002_2003/seminar/winter/telecom/00943997.pdf).
- [9] 郑增威,吴朝晖.普适计算综述[J].计算机科学,2003,(4):18—22.
- [10][14] 李卢一,郑燕林.泛在学习环境的概念模型[J].中国电化教育,2006,(12):9—12.
- [11][12] Miltiadis D Lytras, Ambjørn Næve, Athanasia Pouloudi. A Knowledge Management Roadmap for E-Learning: The Way Ahead [J]. International Journal of Distance Education Technologies, 2005,(Apr-Jun):69—70.
- [13] 緒方広明,濱口裕幸,赤松亮,矢野米雄.ユビキタス学習環境を指向した語学学習環境の構築[J].電子情報通信学会技術研究報告,2003,(2):43—48.
- [15] Chen, Y.S., Kao, T.C., Shen, J.P., & Chiang, C.Y..A Mobile Scaffolding- Aid- Based Bird - Watching Learning System[A]. Proc. of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education[C].Sweden:Vaxjo, 2002.15—22.
- [16] Hiroaki Ogata Yoneo Yano. How Ubiquitous Computing can Support Language Learning [DB/OL]. <http://www-yano.istokushima-u.ac.jp/ogata/duel/ogata-icest2003.pdf>.
- [17] 谢伟凯.智能空间关键支撑技术的研究[D].北京:清华大学工学博士学位论文,2003.
- [18] Rosenthal L, Stanford V. NIST. Smart Space Pervasive Computing Initiative [EB/OL]. <http://www.cc.gatech.edu/fce/pubs/darpauss98.pdf>.

收稿日期:2007年4月9日

责任编辑:马小强