

国内外情景感知服务研究综述*

袁 静

摘 要 情景感知服务作为一种新型的服务模式受到了国内外的广泛关注。国外研究蓬勃发展,理论成果丰富,学术活动活跃,紧密结合实践,研究内容涉及情景建模、系统框架、情景感知应用、情景感知推荐系统等多个方面,实践应用包括电子商务、新闻与广告推荐、电影与音乐推荐、电子旅游、移动学习、图书馆服务等各个领域;国内实践应用初步开展,理论研究主要集中在计算机领域关于情景感知服务系统模型的研究,以及电子商务与图书情报领域关于个性化服务的研究。研究发现,图书馆情景感知服务机理与运行、服务建设与管理等方面的系统性研究较少,用户体验与用户接受行为、情景感知服务质量、情景感知服务能力、用户认知心理数据的采集与获取等是图书馆领域未来研究需要推进的方向。参考文献 65。

关键词 情景感知 个性化服务 自适应服务 推荐服务

Summary of Context Awareness Services at Home and Abroad

Yuan Jing

Abstract: As a new service mode, context awareness service has received widespread attention at home and abroad. At abroad, the research is blooming, theoretical achievements are rich, academic activities are brisk, and research integrates practice closely. The research contents cover context modeling, system framework, context awareness application and context awareness recommendation system. Practical applications cover many fields, including e-commerce, news and advertising recommendation, movie and music recommendation, e-tourism, m-learning and library service. At home, practical applications begin to develop. Theoretical researches focus on context awareness service system model in computer field, and personalized service in e-commerce and library service field. Through research review, the article finds out that there is lack of systematic research about library context awareness service running mechanism and service construction and management. Then, the article puts forward some research directions in the future, including user experience and user acceptance behavior, context awareness service quality, context awareness service capacity, and acquisition of user cognitive mental data. 65 refs.

Keywords: Context Awareness; Personalized Service; Adaptive Service; Recommendation Service

情景(Context),也称情境、上下文,是指用于描述一个实体所处状态的任何信息,包括实体的位置、时间、周围环境、活动和偏好等。利用情景信息向用户提供适合当前情形的信息或服务就是情景感知(Context-aware)服务。它通过自动感知用户当前所处的情景信息(如人物、地点、时间和任务等)自动获取和发现用户需求,建立一种

自适应调整机制,提高服务的准确性和可靠性,是协助信息服务系统提高性能和质量的重要支持手段和方法^[1]。移动环境下,用户所处“情景”的动态变化特性使得用户在不同时间、不同位置、面临不同任务时都会有不同的需求,基于用户情景变化提供个性化的服务,目前在国内外的研究都取得了实质性进展。综合分析国内外情景感知服

* 本文系国家自然科学基金青年项目“移动网络环境下高校图书馆用户情景敏感服务模式及实证研究”(项目编号:13CTQ046)和2014年郑州大学“优秀青年教师发展基金项目”的研究成果之一。

务的研究现状,发现现有研究存在的问题与不足,能够为下一步的研究提供思路与方向,从而推进情景感知服务的深入发展。

1 国外研究综述

国外关于情景感知服务的研究蓬勃发展,总体来说,理论成果丰富,学术活动活跃,研究内容全面,紧密结合实践,应用领域广泛。

1.1 国外情景感知服务理论研究

1.1.1 研究成果丰富,学术活动活跃

国外关于情景感知服务的理论研究主要集中在情景获取、情景建模和系统框架、情景感知应用、情景感知推荐系统等方面,并且取得了丰富的理论研究成果。

情景感知服务的关键问题之一是如何准确地获取、描述用户的动态情景信息,而用户的注意力行为能很好地反映其动态情景信息。为了描述用户在不同情景下的动态行为,注意元数据(Attention Metadata, AM)与情景化注意元数据(Contextualized Attention Metadata, CAM)受到了学者的广泛关注。美国计算机协会在2006—2009年连续举办了四届情景化注意元数据会议。注意元数据是指描述用户的注意力行为的元数据,包括用户的搜索、点击、浏览、下载、复制等各种行为,在用户主导的web2.0环境下,还包括用户的上传、输入、评论等行为。用户注意元数据可以从服务器端收集,也可以从各种应用软件上获取,收集过来的各种数据经过融合、处理后,以一种通用的格式存储到管理仓库中以备使用。Wolpers等人^[2]对此进行了系统的探讨,提出一个用于捕捉和管理情景化注意元数据的框架,该框架能够收集、融合用户对内容的关注及其相应的情景数据,并能反映用户、用户情景、工作内容之间存在的关系,他们用一个简单的demo应用展示了如何从几种工具上收集情景化注意元数据、数据流如何融合进仓库、以及数据之间存在什么样的关系。

情景模型构建与系统框架也是情景感知服

务研究的核心课题之一。关于情景建模的方法与框架,Sheng等提出了一种基于UML的面向情景感知的Web服务的建模语言ContextUML^[3],Hong等对基于本体情景建模进行了深入研究^[4],另外还有关于键值对模型、图模型、面向对象模型以及逻辑模型的研究。情景感知系统框架的研究成果相当丰富:Dey提出的Context Toolkit系统架构由Widget、Interpreter、Aggregator和Discover四个组件组成,分别负责情景信息的收集、解释、融合等^[5];Guermah H等提出一个基于本体情景感知服务架构,重点研究了情景元模型的建立和推理过程,并探讨了情景感知环境下服务自适应中语义方法的应用^[6];Gaia是为了简化创建智能空间的应用程序而设计的,包含一系列核心服务和一个用户创建分布式情景感知应用程序的框架^[7];ACAI是一个基于多代理的框架,主要包括情景管理器代理、协调者代理和本体代理三个核心代理以及情景提供者代理等^[8];SOCAM是一个面向情景感知服务的系统框架,该框架能够高效支持情景的获取、发现、解释和访问等^[9]。

关于情景感知推荐系统以及情景感知服务应用的研究也是学者关注的热点问题,这方面的学术会议活动非常活跃。ACM“推荐系统年会”从2009年开始举办“情景敏感推荐系统专题研讨会”(International Workshop on Context-Aware Recommender Systems, CARS),对推荐系统领域中的情景建模技术、情景依赖推荐数据集、识别情景数据的算法、融入情景信息的推荐算法等进行探讨。2011年,在美国举办的“情景感知检索与推荐专题会”(Workshop on Context-aware Retrieval and Recommendation, CaRR)重点关注情景感知建模、聚类、检索、推荐、协同过滤等主题。CaRR2015与“欧洲信息检索会议”(European Conference on Information Retrieval)一起在奥地利维也纳举行,广泛关注信息检索与推荐系统中的情景概念,旨在吸引人机交互(HCI)、机器学习、信息检索等不同领域的研究者共同讨论提升检索性能与推荐结果的新方法。2011年的“情景感知电影推荐年会”(CAMRa2011)与“推荐系统年

会”(RecSys2011)一起举办,对基于情景感知的电影推荐研究中存在的挑战进行了深入探讨。另外,还有“无线传感网络下情景敏感计算应用和服务会议”(CAC-WSN)等,对情景敏感服务的开展与应用进行了系统的研究。

1.1.2 研究内容全面,理论探讨深入

情景感知服务在电子商务、移动计算、信息检索、信息推荐等多个领域都得到了广泛的研究。Satoh I 提出情景感知服务在实验室层面的研究和现实世界中的应用有很大差别,指出现实中实施情景感知服务面临的一系列共性问题并进行了分析,探讨了从博物馆等现实公共空间实施情景感知服务试验中得出的经验,并给出了相应的解决办法^[10]。Kim 等提出的新型个性化推荐系统通过获取用户的位置、时间、身份、需求类型等情景信息提高了广告服务的满意度和精确度^[11]。Kwon 等创建的 NAMA 原型系统通过用户情景、用户描述等信息为电子商务购买者推荐个性化信息^[12]。Hong 等将情景感知系统分为基础研究层、网络层、中间件层、应用层和用户基础设施层,提出在情景感知计算基础上利用情景历史提供个性化信息服务的框架并构建了原型系统^[13]。Chang 等提出一个图书馆服务的新概念,称为“集成化的情景感知图书馆服务”,并提出了情景感知图书馆系统架构的 9 个组成部分^[14]。Kim 等将情景感知与个性化推荐用于个性化健康服务系统,实现了协同过滤与情景感知的结合^[15]。Champiri 等对 2001—2013 年之间数字图书馆信息推荐中所使用的情景信息和方法进行了综述,指出推荐系统中使用的情景信息可以分为用户情景、文献情景、环境情景三类,并强调了从用户角度研究情景概念的必要性,讨论了数字图书馆情景感知推荐系统有效设计和实施的方法,指出了学术推荐系统未来的研究建议^[16]。

一些学者对情景感知推荐系统与方法、以及情景感知检索的研究也比较深入。如,Adomavicius 等人详细阐述了包含情景信息的多维推荐系统的原理和方法,提出了引入情景匹配的联合推荐算法,并开发了电影推荐的原型实验系统^[17]。Su

等提出的 uMender 音乐推荐系统综合利用情景信息、音乐内容和相关用户评分等,通过对音乐内容特征进行两层聚类分析,并根据情景相似性划分不同的用户群组,从而推荐适合用户及其情形的音乐^[18]。Lee 等提出一种基于地理位置的旅馆推荐系统,其推荐过程通过构建决策树来对目标旅馆进行评分,在特定地理情景下为旅客提供有效的信息服务^[19]。Cavalas 等利用相似旅游者的信息,结合情景信息(用户的位置、时间、天气状况、已参观景点等),基于协同过滤算法进行推荐^[20]。Yap 等认为用户情景是描述用户兴趣模型的重要属性特征,并通过构建 Bayesian 网络模型来动态预测用户真实情景和偏好,从而在复杂的移动网络情景下提高推荐服务的准确度^[21]。Lee 和 Kwon 提出了基于用户在线社会网络的情景感知信息检索排序算法,首先根据用户当前情景标签计算在线社会网络中各成员的情景相似度,以此确定适合用户当前情景的候选成员,然后在结果排序中将候选成员标注的资源赋予更大的权重^[22],这实际上利用的是协同推荐的思路。Madkour 等提出基于模糊集合的情景感知检索模型,综合考虑功能性情景(包括用户的身份、所处时间与地点、当时活动等)与非功能性情景信息(包括偏好、经验、情感、文化、社会等)的影响来对所需的服务进行选择与排序,对不完整与不确定的情景信息采用模糊集合的方法处理^[23]。由此可以看出,为了保证移动环境下个性化检索与推荐的质量,情景信息是个不可忽略的因素,然而不同的应用需要考虑的情景要素也不尽相同。Abdesslem 等研究发现,移动用户对基于位置服务的配置同时受周围人员与位置情景的影响,而不受时间情景的影响^[24]。Shiraki 等研究发现位置、时间和天气对移动推荐系统存在不同的影响程度,在考虑多维情景推荐时,需要确定哪些情景对推荐系统是有重要影响的^[25]。

1.2 国外情景感知服务实践应用

情景感知服务在电子商务、新闻推荐、移动广告、电影与音乐推荐、电子旅游、移动学习、图书馆

服务等领域的应用都已得到深入开展。如, Cantador 等设计实现了新闻推荐系统 News@hand, 将情景信息同时引入用户偏好提取和推荐生成过程, 在给定时间单元内为用户提供相关的新闻信息^[26]。移动互联网新闻推荐系统 Moners 综合考虑新闻的重要性、时效性和用户的偏好, 向移动用户推荐新闻^[27]。为满足移动用户的信息需求, LBSRM 原型系统通过整合基于位置的服务与个性化推荐生成移动推荐服务^[28]。Applause 是基于位置情景的个性化移动应用推荐程序^[29]。Woerndl 等混合基于内容、基于知识和基于协同过滤的情景感知推荐方法, 根据位置、加油站信息、剩余汽油量等情景因素, 实现了加油站推荐系统^[30]。Colombo-Mendoza 等提出电影推荐系统 RecomMetz, 它是一个基于语义网技术的情景感知移动推荐系统, 该系统综合利用位置、时间和用户, 采用基于本体的建模方法, 开发出一个多平台的原始移动用户界面以便平衡不同移动设备的硬件功能, 向用户推荐“电影院、电影、放映时间”等信息, 系统评估结果显示了 RecomMetz 所使用的推荐机制的效率和有效性^[31]。面向电子旅游服务的情景感知推荐实用系统 COMPASS 首先根据用户周围情景发现一些相匹配的项目(如餐馆、商店、博物馆、电影院等), 然后将这些项目发送到推荐引擎, 生成推荐结果后显示给用户^[32]。Adomavicius 等提出一种旅游推荐系统, 该系统结合了前置情景过滤、后置情景过滤和建模进行情景感知推荐, 基于不同的位置和季节给出不同的度假选择^[33]。Sergio Gómez 等提出一个情景感知自适应个性化移动学习系统 UoLmP 以支持半自动的自适应学习活动, 该系统能够自适应地提供不同的教育资源、工具和服务以便支持学习活动的开展, 初步的评估结果证明这种自适应能够促进学生成功地完成特定情景下的学习活动^[34]。在图书馆服务领域, 美国伊利诺伊大学香槟分校 Undergraduate Library 的 Hahn 教授带领团队开发出基于位置感知的推荐服务系统项目 Minrva App, 该 App 采用 Estimote beacons 技术, 通过交互地图发现用户所在位置附近的相关

资源和受欢迎的书籍, 进而向用户推荐并提供获取具体资源的方向指引^[35]。笔者在访学期间曾就该项目与 Hahn 教授进行过深入交流, 并亲身体验了该 App 的实时推荐功能。总之, 情景感知服务本身所具有的普适性与个性化特征使其具有广阔的应用前景, 因此在很多实践领域都有一些典型的应用。

2 国内研究综述

与国外研究相比, 国内的研究成果总量偏少, 理论探讨相对薄弱, 实践应用初步开展。在实践应用方面, 阿里巴巴、豆瓣网、当当网等研发了基于位置、时间等的情景感知推荐系统; 中科院图书馆在图书馆界首次开展 9-9 的实时咨询服务, 采用页面共览、嵌接和情景敏感等技术, 将咨询服务全程嵌入用户环境和流程之中^[36]。在理论研究方面, 国内研究主要集中在计算机领域关于情景感知服务系统模型的研究、以及电子商务与图书情报领域关于个性化服务的探讨。

2.1 计算机领域的研究

在计算机领域, 关于情景感知服务系统的模型构建, 王曙宁、俞建新分析了上下文感知系统的组成模块, 借鉴软件方法学中的快速原型思想, 通过本体标记语言 OWL 给出了系统中感应模块搭建的实例^[37]。万亚红等在分析情境感知计算系统模型的基础上, 研究并改进了系统开发模型 CTK, 提出基于主动推理的系统框架 ACTK^[38]。战照鹏等介绍了一种应用语义 Web 技术开发上下文感知系统的新架构, 利用本体达到对域内上下文的准确和一致理解, 满足系统的分布式开发和组件复用的要求^[39]。岳玮宁等提出一种上下文感知和调度策略, 并建立了一个基于上下文感知的智能交互系统结构模型^[40]。陈媛娜、刘正捷提出了基于活动的情境感知模型, 并在此基础上提出了基于活动的情境感知系统交互设计方法^[41]。

2.2 电子商务领域的研究

在电子商务领域, 潘旭伟等针对个性化服务

中用户需求获取的准确性和可靠性较差、自适应性不够等问题,提出采用基于情境感知和本体的方法来实现信息服务的自适应个性化^[42],构建了情境感知的个性化服务体系框架,并通过实例说明了体系框架的具体应用^[43]。周莉等构建了情境感知的电子商务个性化信息服务框架,以及商品信息本体模型和用户情境本体模型,提出了情境感知的信息服务个性化匹配算法,分析了其服务模式并给出了具体实例^[44]。陈天娇等针对移动商务用户接受问题,在技术接受模型 TAM 的基础上结合情景感知服务的特性,提出了移动商务中情景感知服务的用户接受模型,并进行了实证分析^[45]。

2.3 图书情报领域的研究

图书情报领域的研究可以归纳为以下几个方面:(1)情景感知服务模式研究。焦玉英等分析了情景模型的构建,以及基于情景模型的数字图书馆个性化服务提供方式^[46]。姚宁等研究了智慧图书馆情景感知微服务模式的构建及实现过程^[47]。(2)情景感知服务系统研究。李书宁提出了用户情景敏感数字图书馆中间件系统框架,根据数字图书馆的特殊实践需要确定了用户情景敏感服务所要描述的五大类情景,利用 OWL 对这些情景进行本体建模,并对情景模型的初建和更新进行了探讨^[48]。张剑提出情境感知图书馆服务系统的框架及实施流程^[49]。胡文静等构建了基于情景感知的数字图书馆系统架构,包括情景信息层、情景感知环境层以及情景感知服务层 3 个层次^[50]。(3)情景感知服务应用研究。洪跃等建立了用户情境模型系统,并介绍了此模型在学科化服务中的具体应用^[51]。周玲元提出图书馆情境感知服务模型,总结归纳了图书馆情境感知服务的应用现状,并提出服务应用的相关改进对策^[52]。(4)情景感知推荐系统模型与推荐方法研究。杨君等构建了基于推荐函数情景化的多维信息推荐系统模型,研制了基于推荐函数情景化的多维信息推荐算法,并通过实验验证了该算法的高效性与优越性^[53]。黄传慧构建了基

于“情境感知-目标用户-资源协同驱动”的推荐模型,并详细介绍了图书馆学术信息推荐系统的设计与实现^[54]。张帅等利用情境感知技术和数据挖掘技术,提出一种基于情境感知的高校移动图书馆个性化推荐模型^[55]。洪亮等设计了一种基于情境感知的移动数字图书馆个性化资源推荐方法,基于相似用户有相似选择的考虑,引入角色的概念模拟用户兴趣选择,设计一种有效的 WSSQ 算法来构建用户信任网络,由此给出改进的情境感知推荐方法,并在扩展的 Epinion 数据集上进行仿真实验^[56]。胡慕海等提出基于信息熵度量读者的情境敏感性,基于情境敏感度对读者进行相似性比较,并利用这种比较扩展了协同过滤算法,该方法为移动数字图书馆具备情境敏感的能力、提高知识推荐的准确性提供了一种新的途径^[57]。曾子明针对数字图书馆领域,提出用“情境熵”来度量读者对不同情境属性的情境感知度,在此基础上结合传统的协同过滤技术,提出了一种基于情境感知的信息协同过滤推荐方法,实验证明该方法具有有效性,能够较好地为用户推荐个性化的阅读推荐服务^[58]。之后,曾子明等又提出一种基于情景感知的移动阅读个性化信息推荐模型,利用情境条件熵计算不同情景属性的权重,将其与传统的协同过滤推荐算法相结合^[59]。

由上可知,图书情报领域关于情景感知服务的研究涉及到了服务模式、服务系统、服务应用、服务推荐等多个方面,尤其是关于服务推荐系统、推荐模型、推荐方法的研究成果较多。

2.4 其他领域的研究

除了以上领域,在情景感知信息检索、情景感知智慧校园、情景感知泛在学习与教学、情景感知智能家居等方面也有相应的研究。情景感知信息检索方面,如,张屹等针对如何在合适的时间、以合适的方式、提供给使用者合适的资源这一问题,提出了基于情境感知的资源检索模型,并结合实例分析了模型的工作流程^[60]。情景感知智慧校园方面,蔡苏等基于增强现实(AR)、位置服务和移动计算等技术,以 Android 手机平台为客户端,

设计并实现了地理导航与文化浏览一体化的校园导览系统^[61]。情景感知泛在学习与教学方面,赵海燕等建立了 E-learning 环境中的情境信息本体模型,对采集到的情境信息进行推理后,采用资源调度控制算法调用相应的学习资源,及时地向学习者提供服务^[62]。付志文等设计了一个用于支持农学专业教学实践的智慧化移动教学系统,该系统通过 LBS(Location Based Services)感知学习环境并推荐相应的学习资源,为学习者开展移动学习提供了良好的支持^[63]。李晓东等借助翻转课堂模式和情境感知技术建构了一个无缝连续的学习环境,并开展了大学英语课程的实证研究^[64]。情景感知智能家居方面,韩淑君探讨情境感知在智能家居设计中的应用方法,站在用户体验的角度对智能家居设计要点及其新趋势进行预测,意图在智能家居与人之间建立更加人性化的互动^[65]。

3 图书馆情景感知服务的未来研究

情景感知服务具有智能性、主动性、情景自适应性等特征,它能根据用户动态情景的变化提供相应的学习资源和个性化服务,能够有效地支持用户移动、泛在学习活动的开展,因此近年来在国内外已经取得了一定的研究成果,应用领域也较广泛。以图书馆领域而言,在用户动态化、多维化、情景敏感化需求的驱动下,利用情景信息提供相应服务受到业界越来越多的关注,图书馆情景感知服务的应用已经取得一定的进展。但是,目前的理论探讨和实践应用仍有不足,情景感知服务机理与运行、图书馆情景感知服务建设与管理等方面的系统探索有待进一步加强。因此,应全面、深入地研究图书馆情景感知信息服务理论,构建系统的服务模式 and 体系,开发相应的服务平台,实现图书馆服务的实时性、个性化、动态性,切实提升用户服务质量;此外,情景感知服务的有效实施是一项复杂的系统工程,除应构建相应的服务体系、服务平台和保障机制之外,还有很多值得深入探讨的内容。笔者以为以下

四个方面是未来研究的重点推进方向。

(1)用户体验与用户接受行为研究。移动性是情景感知服务的核心,这就使得用户必然会处于复杂的情景之中,因此如何提升用户使用移动设备接收信息服务的实际体验,以及提高用户对情景感知服务的认可程度是后续研究需要关注的内容。情景感知服务是一种新型的服务模式,其成功的关键在于用户的采纳与持续使用行为,因而用户对情景感知服务的认知与接受程度将直接影响服务实践的开展,是衡量情景感知服务建设成败的重要标准。因此,从用户体验的视角,借鉴信息系统研究领域中已有的用户接受模型理论,构建适用于情景感知服务的用户接受模型,深入探讨用户对情景感知服务的采纳意向、接受程度、行为态度和主导因素,研究用户的接受行为与持续使用行为,是需要进一步深入探讨的问题。

(2)情景感知服务质量研究。保证服务质量是提高用户满意度的关键环节。传统图书馆服务质量的研究已经比较成熟,然而关于情景感知服务质量的研究则比较匮乏。相比传统的信息服务,情景感知服务质量的影响因素复杂多变、识别困难,而且具有动态性特征,因此,详细研究情景感知服务质量的形成机制、影响因素以及管理控制,建立服务质量优化与控制体系等都是未来研究的重要内容。

(3)情景感知服务能力研究。目前,关于图书馆情景感知服务能力及评价的研究非常少,而服务能力往往决定服务水平,因此提升情景感知服务能力、构建服务绩效评价体系等是后续需要关注的内容。

(4)用户认知心理数据的采集与获取研究。目前,情景感知服务获取的情景信息主要是一些外部数据和用户活动信息,如时间、地点、物理环境、网络状况、工作任务、活动目标等,对于用户的认知心理情景数据获取不足。事实上,用户的认知对个性化服务的选择至关重要,获取用户认知心理数据对于提高用户满意度非常重要,但现有研究没有涉及太多这方面的内容。情景数据海量

且计算复杂,情景感知服务不仅与用户、情景和资源紧密相关,而且与心理学、行为决策等关系密切。因此,随着信息技术的发展,如何开展跨领域交叉研究,采集更多用户心理和认知情景数据,识别并满足用户情景偏好等等,也是需要进一步研究的工作。

参考文献

- 1 Yang S J H, Shao N W Y. Enhancing pervasive Web accessibility with rule-based adaptation strategy [J]. Expert Systems with Applications, 2007, 32 (4) : 1154-1167.
- 2 Wolpers M, et al. Tracking Actual Usage: the Attention Metadata Approach [J]. Educational Technology & Society, 2007, 10 (3) : 106-121.
- 3 Sheng QZ, Benatallah B. Context UML: a UML-based modeling language for model-driven development of context-aware Web services [C]. International Conference on Mobile Business, IC-MB, 2005 : 206-212.
- 4 Hong J, et al. Text-Aware system for proactive personalized service based on context history [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36 (4) : 7448-7457.
- 5 Dey A K. Providing Architectural support for building context-aware applications [D]. Georgia: Georgia Institute of Technology, 2000.
- 6 Guermah H, et al. A Semantic Approach for Service Adaptation in Context-Aware Environment [C]. International Symposium on Emerging Inter-networks, Communication and Mobility (EICM - 2014), Procedia Computer Science, 2014, 34 : 587-592.
- 7 Román M, et al. Gaia: A middleware infrastructure for active spaces [J]. IEEE Pervasive Computing, Special Issue on Wearable Computing, 2002 : 74-83.
- 8 Khedr M, Karmouch A. ACAI: agent-based context-aware infrastructure for spontaneous applications [J]. Network and Computer Applications, 2005, 28 (1) : 19-44.
- 9 Gu T, et al. A service-oriented middleware for building context-aware services [J]. Network and Computer Applications, 2005, 28 (1) : 1-18.
- 10 Satoh I. Lessons Learned from Context Aware Service Experiences in the Real World [C]. The 2nd International Symposium on Emerging Inter-networks, Communication and Mobility (EICM 2015), Procedia Computer Science, 2015 : 441-446.
- 11 Kim K-j, et al. Context-aware Recommender Systems using Data Mining Techniques [C]. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2010, 357-362.
- 12 Kwon O, et al. NAMA: a context-aware multi-agent based web service approach to proactive need identification for personalized reminder systems [J]. Expert Systems with Applications, 2005, 29 (1) : 17-32.
- 13 Hong Jongyi, et al. Context-aware system for proactive personalized service based on context history [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36 (4) : 7448-7457.
- 14 Chang C-C, Liao C-H. Toward the integrated context-aware library services [C]. In proceedings of the 11th Annual Conference of Asia Pacific Decision Sciences Institute Hong Kong, 2006 : 44-47.
- 15 Kim J, et al. Item recommendation based on context-aware model for personalized u-healthcare service [J]. Multimedia Tools and Applications, 2014, 71 (2) : 855-872.
- 16 Champiri Z D, et al. A systematic review of scholar context-aware recommender systems [J]. Expert System with Applications, 2015, 42 (3) : 1743-1758.
- 17 Adomavicius G, et al. Incorporating contextual information in recommender system using a multidimensional approach [J]. ACM Transactions on Information Systems, 2005, 23 (1) : 103-145.
- 18 Su Ja-Hwung, et al. Music Recommendation Using Content and Context Information Ming [J]. IEEE Intelligent Systems, 2010, 25 (1) : 16-26.

- 19 Lee B-H, et al. Location-based Service with Context Data for a Restaurant Recommendation [C]. In proceedings of DEXA, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 2006: 430-438.
- 20 Gavalas D, Kenteris M. A Web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2011, 15 (7): 1-12.
- 21 Yap G-E, et al. Discovering and exploiting casual dependencies for robust mobile context-aware recommenders [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2007, 19 (7): 977-992.
- 22 Lee H, Kwon J. Improving context awareness information retrieval with online social networks [C]. First ACIS/JNU International Conference on Computers, Networks, Systems, and Industrial Engineering. Jeju, South Korea; IEEE, 2011: 391-395.
- 23 Madkour M, et al. Context-aware service retrieval in uncertain context [C]. In Proceedings of International Conference on Multimedia Computing and Systems, ICMCS. IEEE, 2012: 611-616.
- 24 Abdesslem F B, et al. Context-based Personalized Settings for Mobile Location Sharing [C/OL]. [2017-6-20]. <http://www.doc88.com/p-3377183585527.html>.
- 25 Shiraki T, et al. Large scale evaluation of multi-mode recommender system using predicted contexts with mobile phone users [C/OL]. [2017-6-20]. <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-791/paper6.pdf>.
- 26 Cantador I, Castells P. Semantic contextualization in a news recommender system [C/OL]. [2017-06-20]. <http://ids.csom.umn.edu/faculty/gedas/cars2009/CantadorCastells-cars2009.pdf>.
- 27 Lee H J, Park S J. Moners: A news recommender for the mobile Web [J]. Expert Systems with Applications, 2007, 32 (1): 143-150.
- 28 Kuo M H, et al. Building and evaluating a location-based service recommendation system with a preference adjustment mechanism [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36 (2): 3543-3554.
- 29 Davidsson C, Moritz S. Utilizing implicit feedback and context to recommend mobile applications from first use [C]. In Proceedings of the CaRR 2011. New York: ACM Press, 2011: 19-22.
- 30 Woerndl W, et al. Context-Aware Recommender Systems in Mobile Scenarios [J]. Journal of Information Technology and Web Engineering, 2009, 4 (1): 67-85.
- 31 Luis Omar Colombo-Mendoza, et al. Recomm-Metz: A context-aware knowledge-based mobile recommender [J]. Expert Systems with Applications, 2015, 42 (3): 1202-1222.
- 32 Van Setten M, et al. Context-Aware recommendations in the mobile tourist application COMPASS [C]. In Proceedings of the Adaptive Hypermedia, 2004: 235-244.
- 33 Adomavicius G, Tuzhilin A. Context-aware recommender systems [M]. Recommender systems handbook: a complete guide for research scientists and practitioners, Springer, 2011: 217-253.
- 34 Sergio Gómez, et al. Context-aware adaptive and personalized mobile learning delivery supported by UoLmP [J]. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 2014, 26 (1): 47-61.
- 35 Hahn J. Indoor Positioning Services and Location-Based Recommendations [J]. Library Technology Reports, 2017, 53 (1): 9-16.
- 36 周宁丽,等.用户需求嵌接、流程驱动、情景敏感型9-9网络参考咨询服务[J].图书情报工作, 2007(10): 100-103.
- 37 王曙宁,俞建新.基于本体的上下文感知系统[J].计算机工程, 2007(11): 42-43, 49.
- 38 万亚红,等.基于主动推理的情境感知系统框架[J].计算机工程, 2004(12): 8-9, 70.
- 39 战照鹏,等.基于语义Web技术的上下文感知系统架构[J].计算机工程与应用, 2005

- (14):94-97.
- 40 岳玮宁,等.基于上下文感知的智能交互系统模型[J].计算机辅助设计与图形学学报,2005(1):74-79.
 - 41 陈媛嫒,刘正捷.基于活动的情境感知系统交互设计[J].计算机工程与应用,2013(20):23-28,86.
 - 42 潘旭伟,等.自适应个性化信息服务:基于情境感知和本体的方法[J].中国图书馆学报,2009(6):41-48.
 - 43 潘旭伟,等.情境感知的自适应个性化信息服务体系框架研究[J].情报学报,2011(5):514-521.
 - 44 周莉,等.情境感知的电子商务个性化商品信息服务[J].图书情报工作,2011(10):130-134,29.
 - 45 陈天娇,等.情景感知服务的用户接受模型研究[J].科技进步与对策,2007(2):142-147.
 - 46 焦玉英,袁静.基于情景模型的数字图书馆个性化服务研究[J].中国图书馆学报,2008(6):58-63.
 - 47 姚宁,等.智慧图书馆情景感知微服务模式构建研究[J].图书馆学刊,2017(8):57-60.
 - 48 李书宁.情景敏感数字图书馆服务系统用户情景的本体建模[J].情报资料工作,2008(6):61-65.
 - 49 张剑.移动时代高校图书馆的情境感知服务体系研究[J].新世纪图书馆,2012(5):42-45.
 - 50 胡文静,王睿.情景感知技术在构建下一代数字图书馆中的应用[J].图书馆学研究,2015(8):24-28.
 - 51 洪跃,等.基于用户情境模型的学科化服务[J].情报理论与实践,2010(7):89-92.
 - 52 周玲元.图书馆情境感知服务应用对策研究——以南昌市7所本科院校为例[J].现代情报,2016(2):86-91.
 - 53 杨君,等.基于推荐函数情景化的多维信息推荐研究[J].情报杂志,2014(2):149-154.
 - 54 黄传慧.基于情境感知的图书馆学术信息推荐系统构建研究[J].图书馆工作与研究,2015(10):21-26.
 - 55 张帅,郭顺利.基于情境感知的高校移动图书馆个性化推荐模型研究[J].情报探索,2014(10):6-11.
 - 56 洪亮,等.移动数字图书馆资源的情境感知个性化推荐方法研究[J].现代图书情报技术,2016(7-8):110-119.
 - 57 胡慕海,等.面向移动数字图书馆的情境敏感型知识推荐研究[J].计算机科学,2011(8):92-95,105.
 - 58 曾子明.移动环境下基于情境感知的数字图书馆个性化信息推荐研究[J].图书情报工作,2013(12):123-128,71.
 - 59 曾子明,陈贝贝.移动环境下基于情境感知的个性化阅读推荐研究[J].情报理论与实践,2015(12):31-36.
 - 60 张屹,等.泛在学习环境下基于情境感知的学习资源检索模型构建[J].中国电化教育,2010(6):104-107.
 - 61 蔡苏,等.基于情境感知的校园导览系统——增强现实(AR)在K-12教育的实证案例之四[J].中小学信息技术教育,2018(Z1):118-120.
 - 62 赵海燕,等.基于情境感知和本体的E-Learning系统研究[J].计算机工程与应用,2012(16):51-56.
 - 63 付志文,巫景华.基于情境感知的移动教学APP的设计与实现[J].无线互联科技,2017(23):70-72.
 - 64 李晓东,王保云.基于情境感知的大学英语翻转课堂模式研究[J].外语电化教学,2017(6):71-77.
 - 65 韩淑君.基于情境感知的智能家居设计研究[J].设计,2018(1):82-83.
- (袁静 副教授 郑州大学信息管理学院)

收稿日期:2017-07-29