中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2015年5月 第47卷第3期 25-32

CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.47 No.3 25-32, May 2015

大数据环境下全球电子商务推荐服务研究进展

朱向林[1] 程如烟[1] 张 璐[2]
（1. 中国科学技术信息研究所，北京 100038；2. 北京大学信息管理系，北京 100871）

摘 要：随着互联网的发展及电子商务的普及，电子商务推荐服务越来越受到业界及学界的关注。在明确大数据环境下电子商务推荐服务的内涵与特征基础上，总结归纳近几年电子商务推荐服务的研究重点，建立大数据环境下推荐服务的框架体系，分析推荐服务的发展趋势，并指出当前推荐服务存在的一些问题。在对大数据环境下的推荐服务相关研究进行相对完整的梳理的基础上，发现当前研究的不足之处，提出自己的见解，以期为电子商务推荐服务发展提供一定参考。

关键词：大数据；电子商务；推荐服务；推荐算法；用户服务

中图分类号：F713.36 **文献标识码：**A DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2015.03.005

Reviews on Global E-commerce Recommendation in Big Data Era

Zhu Xianglin[1], Cheng Ruyan[1], Zhang Lu[2]
(1.Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing, 100038, 2.Information Management Department of Peking University,Beijing,100871)

Abstract: With the development of Internet and the popularity of e-commerce, recommendation service is receiving more and more attention both from enterprises and scholars. Based on a discussion about the connotation and traits of e-commerce recommendation service in big data era, this paper reviews and summarizes the research emphasis of e-commerce recommendation service in recent years, and build a framework of it. Then, this paper deeply analyzes the trends of e-commerce recommendation service, and points out some existing problems. As a result, this paper systemizes the literatures about e-commerce recommendation, finds out some shortcomings in current research, and puts forward authors' own understanding, aiming for providing references for the development of e-commerce recommendation service.

Keywords: big data, e-commerce, recommendation service, algorithms, user services

1 引言

电子商务访问量近几年急剧增加。据中国电子商务研究中心监测数据，2014年11月11日全天，天猫成交额突破571亿元，订单总量2.79亿个，支付宝当天支付笔数达1.97亿笔[1]。可见，电子商务已迎来大数据时代，且增长势头显著。当前，电子商务已在经济增长和人民生活中发挥不容忽视的重要作用，得到学术界、企业界及政府等的广泛关注。电子商务推荐系统已成为电子

作者简介：朱向林*（1990-），男，中国科学技术信息研究所硕士研究生，研究方向：科技政策、电子商务；**程如烟**（1969-），女，中国科学技术信息研究所研究员，研究方向：科技与创新政策、科技经费管理、国际科技合作研究；**张璐**（1992-），女，北京大学信息管理系硕士研究生，研究方向：用户行为、电子商务。

收稿日期：2015年3月30日。

商务领域关注的焦点。

以推荐技术为核心的电子商务推荐已经成为解决商品信息过载，为用户（消费者）提供个性化服务不可或缺的一项技术[2]。作为推荐系统的龙头，亚马逊的推荐系统每年可为其带来35%以上的转化率（即通过推荐所带来的成交额）。天猫2013年PC端推荐系统的转化率为22%，比2012年增长7%，移动端推荐从无到有，转化率1年内达到6%[3]。显然，推荐系统无论是在满足用户需求还是提高电子商务业绩方面都发挥不可忽视的作用。大数据环境下，电子商务推荐服务的理念、方法、策略都会有所转变，了解电子商务推荐服务的发展现状，抓住推荐服务的新机遇，并解决此过程中存在的诸多问题对于提高电子商务推荐服务质量、推进电子商务发展具有重要意义。

2　电子商务推荐服务的内涵与特征

2.1　电子商务推荐服务的内涵

随着电子商务推荐服务的不断发展，学者们对电子商务推荐服务的理解不断加深。J. BEN SCHAFER等人在2011年指出：电子商务中的推荐系统是基于好评度、消费者人口统计特征、历史消费行为等方面信息向消费者建议产品并提供相关信息以帮助消费者做出购买决策的一种服务系统，推荐的形式包括向消费者推荐产品，提供个性化产品信息，总结共同观点及评论[4]。而在Web 3.0个性化、语义化的背景下，个性化推荐系统则基于顾客个性化特征及需求，依托相关技术，在合适的场景、合适的时机、通过合适的内容，推荐给合适的用户，为顾客提供个性化的购物体验[5]。在大数据环境下，电子商务推荐服务在此基础上有所发展，是融合历史与实时、社会化媒体、地理等多方位大数据，基于分布式架构，借助多种分析策略和方法，随时随地为消费者推荐符合消费者物质和心理需求的多形式信息推荐，以辅助决策，提升体验的过程。

2.2　电子商务推荐服务的特征

（1）以多维数据源为基础。在大数据环境下，仅仅基于用户的人口统计学特征、历史记录等单一信息源的推荐方式已不再适用。消费者在不同时间、不同设备、不同环境中的消费需求呈现不同的特征。因此，电子商务中推荐服务必须要把用户数据（包括基本信息、行为数据、社会化媒体等）、商品数据（包括种类、价格、品牌等）及场景数据（包括外部环境、设备及内部场景）等多维数据源高效融合，提供更精准的推荐服务。

（2）以分布式架构为支撑。电子商务中用户多样数据不断增加，点击流数据处理的实时性要求增强，传统的集中式推荐系统架构显然不能满足数据处理的要求。而“云”为电子商务的大数据存储与处理提供了较好的解决方案。随着谷歌Hadoop集群架构在电子商务领域的广泛应用，相关学者提出了基于Hadoop构建分布式电子商务推荐系统的方案，并基于MapReduce计算框架实现推荐算法，提高推荐系统的伸缩性和性能[6-7]。

（3）更高的实时性与精准性要求。据天猫相关人员介绍，天猫每天有1000万个独立访客访问推荐商品[3]。此外，移动电子商务近年来得到迅猛发展。据中国电子商务研究中心报告显示：截止到2014年6月底，中国移动电子商务市场交易规模达到2542亿元，而2013年上半年达532亿元，同比增长378%[8]。一方面移动电子商务平台使消费者网上购物摆脱了时间、空间上限制，消费者可以随时随地产生消费行为，希望能够随时随地获得相关服务；另一方面在移动端，推荐服务受屏幕大小等的限制，用户不可能也不愿意去看列表里的全部内容，更多地只是浏览排列在前面的少数推荐内容。

（4）心理需求重要性凸显。主动式推荐服务在充分挖掘用户心理特征（情感、意志、偏好、性格）等因素基础上提供同时能够满足物质和心理需求的服务，是非常重要的一项服务。近年来，相关学者进一步验证了参考组（其他购买群体）和时间压力等心理因素对消费者在接受推荐系统服务的意愿上的影响，从而构建并改进了电子商务推荐系统中的OCC人工心理模型[9-11]。

3 电子商务推荐服务的研究重点

截止到2015年5月7日，笔者以“电子商务”（“e-commerce”）、“推荐”（“recommendation”）为检索词对“中国知网[12]”和“Web of Science核心合集[13]”数据库2008—2015年的数据进行检索，分别得到检索记录662条和623条，加上“大数据或海量数据”的限定条件，分别筛选出与本文主题高度相关的文献253篇和122篇。其数量之所以有大幅的减少，笔者认为这是与“大数据”在2008年才被学者开始重视有关，但是从这些文献中可以看出相关主题的研究重点。

从内容上来看，国内外相关研究均主要集中于计算机科学领域。在Web of Science中，有83%的文献来自于计算机科学研究方向，而推荐算法和模型是决定推荐服务好坏的关键，因此，推荐算法改进和新模型构建成为近年来研究的重点内容。

3.1 推荐算法的不断改进

综合近年来的研究文献，可以看出，协同过滤算法的改进和混合算法的扩展是当前大数据环境下算法改进的最主要方面。在大数据环境下，协同过滤仍然是电子商务推荐的主要算法，在跨类型推荐、个性化、自动化等方面有诸多优势，是目前广泛应用的电子商务推荐技术，当然，协同过滤亦存在一些不可避免的劣势，混合多种算法可以提升推荐质量是业界广泛认同的策略。

（1）协同过滤算法的改进。总的来说，改进的协同过滤算法采用的方法多样，涉及聚类、社会网络、矩阵分解、近邻模型、信任模型、偏好挖掘、评论挖掘等方面。这些算法的改进基本上是致力于解决冷启动问题、矩阵稀疏问题、相似度提升、奇异发现等方面的问题[14]。而在大数据环境下，云计算、社会网络分析在协同过滤推荐中发挥着重要的作用：一是基于云计算平台的协同过滤算法。利用云计算方法基于用户不同情境下的兴趣模型进行协同过滤，能够提高推荐算法的效率[15]。大数据环境离不开云计算，因此，如何利用云计算平台及框架对协同过滤算法进行改进是相关学者关注的一个重要方向。Wang Xuerong等（2011）、Zhao Wenqing等（2014）在云计算平台下，利用MapReduce并行编程模型，分别对KNN协同过滤算法和ALS协同过滤算法进行改进，显著提高了电子商务推荐系统的计算效率[16-17]。Geng Sui等（2014）基于用户在线评论，依托云模型向量，利用模糊算法计算用户情感倾向，从而在分析用户情感倾向基础上，提供推荐[18]。移动云计算利用社会网络及位置信息提供的个性化服务推荐模型解决方案亦表现出极强的时效性和准确性[11]。二是基于社会网络分析方法的协同过滤算法。在电子商务中，用户数量及用户个人数据等急剧增加，通过建立关系强度、兴趣偏好强度、声望强度等社会网络分析指标，并定义其相似度，找出电子商务平台用户之间的关联强度以及信息流的变动，以此为参照制订推荐策略，具有好且稳定的推荐效果[19-20]。而基于社交网络的信任机制亦在电子商务中得到广泛应用。基于用户信任相关因素建立信任特征向量和信任等级，从而构建信任评估框架，对于提高电子商务推荐的精准率具有重要的参考价值[21]。

（2）混合算法的不断扩展。虽然协同过滤算法是当前应用的主流，但仍有大量其他推荐算法，包括内容过滤、图结构、基于知识、数据挖掘等，各种推荐算法均有优劣，采用多算法混合的策略，能够使各种方法相互取长补短，解决推荐服务中存在的冷启动、新用户、相似度低等问题，提高服务的质量。艾丹祥等人提出的三维个性化推荐方法，对二维协同过滤方法和内容推荐方法进行了混合和扩展，有效地提高了C2C电子商务平台推荐服务的性能[22]。天猫推荐系统亦将协同过滤和内容过滤相结合，相互补充进行推荐。Jae Kwon Bae等（2010）、纪征（2010）采用组合策略，分别选取关联规则、频率矩阵、树模型、协同过滤等推荐技术有效地融合，不失为一种较好的策略，与其他算法相比，优势明显[23-24]。

与此同时，除了考虑混合算法中具体推荐算法的选择外，采用何种混合策略亦非常重要。崔春生提出了一种基于泛函网络实现前融合推荐推

荐算法，并给出了基于泛函网络构架实现前融合组合推荐算法的一般过程[25]。

（3）新算法的提出。除了一些传统算法不断改进外，近几年亦有一些学者探索出一些基于大数据环境的新算法。Liu Yu等（2013）基于自然免疫系统中的免疫学习（immune learning）、克隆选择（clonal selection）以及自适应（self-adaption）理论提出了一种新型个性化算法，相比较协同过滤算法来说，提高了推荐系统的质量和用户兴趣预测的精准度[26]。Wu Yueping等（2010）、Dan Shen、Ruvini J. D.等（2012）针对商品分类提出了一些新算法[27-28]。

3.2　基于多维度的推荐模型构建

推荐模型的构建与推荐算法具有高度的相关性，但推荐模型在更抽象的层次给出推荐系统的方法和思路，是近年来相关研究的另一个重点。

（1）基于用户情境及心理的推荐模型。在大数据环境下，电子商务用户范围扩大，使用设备增多，外部环境多样。用户在不同情境下使用电子商务必然呈现不同的需求特征。鉴于此，相关学者纷纷将情境融入到个性化推荐当中，将情境分为用户情境、环境情境、应用情境的基础上，形成情境本体，结合其他类型的信息通过聚类、规则匹配等方法得到推荐商品，建立推荐模型[29]。Rodriguez Rodriguez A.等（2011）、王征等多个学者从表征心理特征及行为的数据入手，结合心理模型进行数据挖掘为客户提供推荐服务[10, 30]。

（1）基于多维度关联规则的推荐机制。电子商务推荐服务通常需要基于一定的关联规则挖掘用户需求，提供推荐服务。大数据有利于推荐系统涉及领域范围的不断扩充，融合跨时间、跨平台、跨角色资源构建推荐系统，更精准地为消费者提供推荐服务[31]。双向关联能够有效地建立用户与商品之间的多元关系，演化关联能够从动态的角度发现用户、商品等的变化，而粒关联则在解决冷启动问题方面具有重要的作用[32-34]，关联规则亦通常与K均值聚类等数据挖掘方法结合起来使用。基于多维度的关联规则推荐能够从动静态等多角度挖掘多元关系，在推荐服务中效果显著。

（3）基于本体/知识的推荐模型。传统的协同过滤、内容过滤推荐方法在融合用户、商品、情境等数据进行推荐的同时，忽视了大部分的本体、知识层面的内容，而且单从语法层面的分析并不具有较好的性能。据此，基于本体/知识的推荐方法被逐渐引入到电子商务推荐系统当中。知识工程中的知识树方法在推荐系统模型构建当中亦得到应用。一方面有学者将商品推荐中的顾客、商品及其他信息转化成描述树进行表达，建立基于Prolog语言的个性化推荐知识库模型，从而适应不同的电子商务系统[35]；另一方面可从构建词知识树入手，运用EM算法使得词分类和文档分类结果同时达到最优，从而根据用户在移动互联网的互动行为，映射到知识树的相关分类，将同类的商品推荐给用户，在电子商务推荐系统中展现出较好的效能[36]。此外，为提高推荐过程中知识的利用率，Pang XL等（2012）提出了推荐系统中概念层面的扩展知识方法，即基于信息熵理论采用词获取算法来收集推荐词及组合，从而构建通用和特殊字典，并验证了其有效性[37]。此外，亦有包括Janzen S等（2009）、Long Fei等（2010）、Jongwoo K等（2013）在内的大量学者基于本体来设计算法及推荐系统，解决推荐服务在自然语言处理、语义识别、分类体系等方面的问题[38-40]。

4　电子商务推荐服务的框架

大数据已不只是意味着数据量的提升，它给数据存储、组织、管理、分析、服务等都带来了转变。因此，大数据下的电子商务推荐服务在吸收已有成果的基础上，在整体框架上也会有一定变化，这不仅意味着机遇，而且意味着挑战（图1）。

首先，推荐系统将采集来自于用户、商品及情境等的多维数据作为数据分析的基础。这些数据包括了与用户相关的基本人口统计学信息、行为记录、评价记录等数据，与商品相关的基本

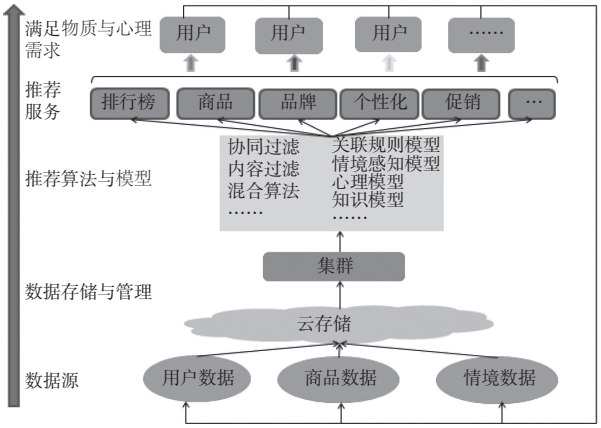

图1　电子商务推荐服务框架

属性、销售记录、评价记录等数据以及与情境相关的设备、外部环境、交互情境等数据。其次，在数据存储层面，推荐系统采用云存储与计算方法解决数据存储与管理问题，使用NoSQL数据库，基于Hadoop建立分布式存储及计算框架有效解决海量多样数据的存储与运算问题[41-42]。然后，在数据分析层面，根据不同电子商务平台下的推荐需求，选用多样的推荐算法及模型进行用户偏好挖掘、需求挖掘、心理需求挖掘等，进而为用户提供包括排行、商品、个性化、促销等在内的推荐服务，在满足用户物质及心理需求的同时，提升推荐的转化率，提高用户对电子商务推荐的信任度，推进电子商务平台的发展。与此同时，用户对推荐服务的使用回馈将作为推荐系统的大数据来源，参与到推荐系统的过程中，为用户下一次使用电子商务提供更精准的服务[43]。

5　电子商务推荐服务的发展趋势

5.1　移动电子商务成为主战场

移动电子商务促使用户使用电子商务的设备从PC端转移到移动端，屏幕由大变小，使用时间由短变长，时间范围不断分散。移动端的推荐服务差异性逐渐明显、推荐范围缩小、精准度增强、时效性要求更高，而目前移动端的推荐策略尚未形成较为完善的推荐机制，这为移动电子商务的推荐服务带来了新的机遇和挑战[44]。如何融合位置信息、时间信息、用户基本信息、行为特征信息、偏好信息等多维度的信息进行关联挖掘，如何利用云计算提高推荐服务的时效性和精准性，为消费者提供高质量的推荐服务成为电子商务运营商在竞争中取胜的关键。

5.2　多种推荐方法融合成为必然

从需求角度来说，随着推荐服务要求的不断提高，单一的推荐方法必然存在诸多漏洞和不足，已不能满足推荐需求，采用多种推荐方法融合的策略能够使各种方法互相补充，将成为大数据环境下推荐方法的必然选择。从技术角度来说，分布式存储及计算框架为数据获取、存储与计算提供了有效的支撑和保证。以此为支撑，电子商务推荐服务能够基于多平台、多agent[45]、多类型数据资源采用多维策略和方法[46]提供多样的推荐服务，从而提高推荐服务的深度和精度。近年来，相关学者也纷纷提出了跨电商平台、多agent协同、融合买方、卖方、商品三维协同的推荐策略，亦融入位置、情境、点击流等多类型数据资源，融合协同过滤、内容过滤、关联挖掘、机器学习、人工智能等多种推荐算法，向消费者提供相似的或关联的商品以及与其他相关的评论、商家等推荐服务[47]。

5.3　构建有效的信任机制

随着电子商务用户数量的不断扩充，用户与用户、用户与商家、用户与商品之间呈现明显的弱关系。综合行为相似度、评论时效性和质量评估以及电子商务中共同体构建等多种策略建立有效的信任机制，提高消费者对于推荐服务的信任程度，进而提升消费者的购买意愿和满意度，对于提高推荐服务的转化率以及提高消费者对电子商务的信任具有重要意义[48]。

5.4　推荐服务种类多元化

在大数据环境下，推荐系统在处理海量、多样数据的同时，也将摆脱推荐形式的限制，朝多元化发展。基于对当前电子商务网站及Apps的调研发现，一方面除了提供排行榜、促销推荐外，还会提供店铺推荐、品牌推荐、商品推荐、搭配推荐、评论推荐、在线/离线个性化推荐等多方面的推荐服务。推荐的内容形式除包括文字、图片等，将扩充至视频、消息等多种形式。在推荐

商品多样性的同时，精准度不断提升。另一方面基于社交化的推荐方式优势逐渐凸显，例如：天猫的“范儿”等，且有朝交互式推荐方向进一步发展之势。

6　电子商务推荐系统需要解决的问题

6.1　数据的存储与组织问题

电子商务中的数据量及数据类型飞速扩展，给数据存储与组织带来极大的挑战。已有的Hadoop存储架构及Map-Ruduce等计算方法尚存在一定的不足，当前电子商务数据存储策略和组织方法尚存在诸多问题，比如：电子商务目录导购体系过于庞杂，商品归属不明确；分布式存储策略不合理导致高关联数据存储在不同的节点中，影响运算效率等[6]。这在一定程度上影响了电子商务推荐服务的质量和效率。结合电子商务动态特征，对数据存储与组织策略进行改进，具有一定的必要性。

6.2　隐私保护与数据安全问题

在大数据环境下隐私保护和数据安全问题是政府、业界、学术界均尚未解决且亟待解决的问题[49]，电子商务平台中亦是如此。当前的电子商务推荐系统在获取数据、分析数据过程中是在用户没有选择权的基础上进行的，所提供的推荐服务虽满足了用户的需求，但从隐私层面上讲，所做出的需求预测是否真的是用户想要让推荐系统获知并想要接收到的呢？电子商务推荐系统在提供推荐服务的同时是否侵犯了用户的隐私权，这个问题尚没有定论。此外，更重要的是，推荐系统中的各个环境都涉及大量的数据，包含了大量的隐私信息。近来，数据泄漏的问题时有发生，确保所有数据不被泄漏、不被窃取是电子商务相关人员务必高度关注的问题。

6.3　推荐服务的实时性和精准度问题

研究人员及从业人员一直致力于大数据环境下推荐服务实时性和精准度的提高上，但是用户需求的增长和变化速度通常要高于相关技术及方法的提升速度[32]。因此，当前电子商务的推荐服务尚未满足用户在实时性和精准度方面的要求，但这与当前技术和经济等的发展水平密切相关。相信随着大数据相关技术和方法的不断完善和发展，该问题会逐步得到解决。

6.4　营利思维的不合理性

大部分电子商务公司建立推荐系统的根本动力是提高成交转化率，以获得收益。这种以营利为根本目的的思维方式从人类健康发展的角度来说有一定的不合理性。假设用户的某些需求或偏好是不利于自身生理和心理健康发展的，比如：烟、非健康食品、低级趣味图书等，以营利思维为主导的推荐系统在捕捉到该方面需求之后，理所当然会积极且持续不断地向用户推荐相应的或相关的产品，而且很可能会带有一定的诱导性，这在一定程度上是不利于人类的健康良性发展[50]。因此，笔者认为，在大力提高推荐系统的性能的同时，从健康发展的层面考虑推荐系统的定位和发展具有一定的必要性。

6.5　推荐系统存在过度推荐现象

电子商务中的推荐系统的确给运营商带来了很高的转化率，一些个性化或者群体用户推荐确实起到了应有的作用，给商家带来了利润。但是，随之也产生了过度推荐的现象，容易让消费者从心理上排斥这种推荐，这种现象很可能降低转化率甚至造成推荐信息的泛滥[9, 51]。因此，如何从用户体验角度改善推荐系统也是亟待解决的问题。笔者认为，在大数据环境下，需要推荐系统更加精确，更加“理解”用户。是否推荐给用户，在什么时机推荐，推荐多少，这都是在大数据基础上需要审视的问题。所以，适度推荐应该引起相关学者或专家的重视。

7　结语

在大数据环境下，电子商务推荐服务以海量多样数据为基础，以分布式架构为支撑，具有更高的实时性和精准度的要求，且在满足物质需求的同时，充分满足用户的心理需求。近年来，相关学者致力于算法改进以及推荐模型构建等方面，极大地提升了推荐服务的质量和性能。在大数据背景下，移动电子商务将成为电子商务推荐

服务的主战场，多种推荐融合、信任机制构建以及推荐服务多元化将成为必然。当然，在此过程中，数据的存储与组织、隐私保护与数据安全、实时性和精准度等方面仍存在一定的挑战。大数据为电子商务推荐服务带来了诸多的机遇与挑战，相信电子商务推荐系统将充分利用大数据所带来的优势，克服困难，逐步提升服务质量，促进电子商务的快速稳定发展。

参考文献

[1] 中国电子商务研究中心. 2014年“双11”电商大促数据评测 [EB/OL].[2015−04−01]. http://www.100ec.cn/detail−−6210488.html.

[2] Nikolaeva Ralitza，Sriram S. The Moderating Role of Consumer and Product Characteristics on the Value of Customized On−Line Recommendations[J]. International Journal of Electronic Commerce, 2006, 11(2): 101−123.

[3] 张奇. 天猫算法实践[EB/OL].[2014−12−29].http://www.infoq.com/cn/presentations/tianmao−re commen−dation−algorithm−practice.

[4] Ben Schafer J,Joseph A Konstan,John Riedle.Commerce Recommendation Applications [J]. Data Mining and Knowledge Discovery,2011(5):115−153.

[5] 王茜,钱力.大数据环境下电子商务个性化推荐服务发展动向探析[J].商业研究, 2014(8):150 −154.

[6] 李文海,许舒人.基于Hadoop的电子商务推荐系统的设计与实现[J].计算机工程与设计,2014,35(1):130−136,143.

[7] 彭建喜. 基于MapReduce的潜在因素算法在推荐系统中的研究与应用[J].科技通报, 2013(12):124−126.

[8] 中国电子商务研究中心.2014年（上）中国电子商务市场数据监测报告[R/OL].[2015−04−01]. http://www.100ec.cn/zt/2014bndbg/.

[9] 王艳萍,程岩.参考组与时间压力影响下在线消费者对主动式推荐的心理抗拒及接受意愿分析[J].电子商务与信息管理,2013,25 (2):70−78.

[10] 王征,赵磊.基于网络心理挖掘的个性化推荐系统[J].武汉大学学报:工学版, 2012,45(3):389−393,398.

[11] 王征,傅立立,赵磊,等.电子商务推荐系统中的人工心理模型[J].系统工程,2014,32(3):126−130.

[12] 中国知网[EB/OL].[2015−04−01].http://www.cnki.net/.

[13] Web of Science核心合集[EB/OL].[2015−04−01]. http://apps.webofknowledge.com/.

[14] 吴杰,冯锋.综合用户偏好和优先新品推荐的协同过滤算法[J].计算机应用与软件,2014,31(10):285−287,328.

[15] Dong F, Luo JZ , Zhu X, et al.A Personalized Hybrid Recommendation System Oriented to E−Commerce Mass Data in the Cloud[C]//IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics Conference Proceedings(SMC):IEEE.2013:1020−1025.

[16] Wang XR, Wan NH. Cloud Pattern Collaborative Filtering Recommender Algorithm Using User Behavior Correlation Clustering[J]. Journal of Computer Applications, 2011, 31(9): 2421−2435.

[17] Zhao Wenqing, Han Feifei, Cai Rui, et al. E−commerce Collaborative Filtering Algorithm Research Based on Cloud Computing[J]. Advanced Materials Research, 2014(10): 1566−1569.

[18] Geng S, Hong Q. Emotional Tendency Contrast Recommendation Algorithm Based on Cloud Model[J]. Journal of Networks, 2014, 9(2): 437−442.

[19] 冯勇,李军平,徐红艳,等.基于社会网络分析的协同推荐方法改进[J].计算机应用, 2013,33(3):841−844.

[20] 琚春华,鲍福光,许翀寰. 基于社会网络协同过滤的社会化电子商务推荐研究[J].电信科学,2014(9):80−86.

[21] Kang Z, Li P. A Machine Learning Based Trust Evaluation Framework for Online Social Networks[C]//2014 IEEE 13th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom):IEEE. 2014: 69−74.

[22] 艾丹祥,左晖,杨君.面向C2C电子商务平台的三维个性化推荐方法研究[J].现代图书情报技术,2013(1):36−42.

[23] Jae Kwon B, Jinhwa K. Integration of Heterogeneous Models to Predict Consumer Behavior[J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37(3): 1821−1826.

[24] 纪征. 基于用户兴趣模型的电子商务网站推荐技术比较及启示[J].图书情报工作, 2010,54(16):138−140.

[25] 崔春生. 基于泛函网络的组合推荐算法[J].系统工程理论与实践,2014,34(4):1035−1042.

[26] Yu L, Fengming L. Immune Clustering−Based Recommendation Algorithm[C]//2nd International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT):IEEE.2012: 612−616.

[27] Wu Y, Zheng J. A Research of Recommendation Algorithm Based on Cloud Model[C]//2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intel−

ligent Systems (ICIS 2010) :IEEE.2010: 469−473.

[28] Dan S, Ruvini J D, Mukherjee R, et al. A Study of Smoothing Algorithms for Item Categorization on e−Commerce Sites[J]. Neurocomputing, 2012, 92(9): 54−60.

[29] 贺桂和,曾奕棠.基于情境感知的电子商务平台个性化推荐模型研究[J].情报理论与实践, 2013,36(6):81−84.

[30] Rodriguez Rodriguez A, Iglesias Garcia N, Quinteiro−Gonzalez J M. Modelling the Psychographic Behaviour of Users Using Ontologies in Web Marketing Services[C]//Lecture Notes in Computer Science,13th International Conference on Computer Aided Systems Theory (EUROCAST).Springer Verlag,2012:121−128 .

[31] Lei Z, El Helou S, Moccozet L, et al. A Federated Recommender System for Online Learning Environments[C]//Advances in Web−Based Learning − ICWL 2012. 11th International Conference.Springer Verlag, 2012: 89−98.

[32] 刘枚莲,刘同存,肖吉军. 基于双向关联规则的网络消费者偏好挖掘研究[J].微电子学与计算机, 2013, 30(3): 20−26.

[33] 龙舜,蔡跳,林佳雄.一个基于演化关联规则挖掘的个性化推荐模型[J].暨南大学学报:自然科学与医学版,2012(3):264−267.

[34] 巫文佳,何旭.基于粒关联规则的冷启动推荐方法[J].计算机科学,2014,41(3):71−75.

[35] 汲业,陈燕,屈莉莉,等. 基于Prolog 语言的商品推荐知识库模型[J].计算机工程, 2010,36(22):10−12.

[36] Zhao H, Lin Z, Fang A, et al. Knowledge Tree Based Recommendation Algorithm With Its Applications to Mobile e−Commerce[J]. Telecommunications Science, 2011, 27(6): 54−58.

[37] Pang XL, Yu B. An Approach of Conceptual Knowledge Broaden Based e−Commerce Recommendation[C]//International Conference on Management Science and Engineering−Annual Conference Proceedings (ICMSE). 2012:27−32.

[38] Janzen S, Maass W. Ontology−Based Natural Language Processing for In−store Shopping Situations[C]//3rd International Conference on Semantic Computing (ICSC 2009).IEEE, 2009: 361−366.

[39] Fei L, Yufeng Z, Feng H. A Personalized Recommender Systems Framework Based on Ontology and Bayesian Network in E−commerce[C]//Advanced Materials Research,International Conference on Smart Materials and Intelligent Systems.Trans Tech publications LTD,2010: 961−965.

[40] Jongwoo K, Sanggil K. An Ontology−Based Personalized Target Advertisement System on Interactive TV[J]. Multimedia Tools and Applications, 2013, 64(3): 517−534.

[41] 韩君易. 基于电子商务平台的NoSQL 解决方案应用研究[J].科技信息,2011(20):629−632.

[42] 李文海,许舒.基于Hadoop的电子商务推荐系统的设计与实现[J].计算机工程与设计, 2014,35(1):130−136,143.

[43] Peska L. User Feedback and Preferences Mining[C]//User Modeling, Adaptation, and Personalization, 20th International Conference, UMAP 2012.Springer Verlag, 2012: 382−386.

[44] 汪星荷, 刘绍华, 俞俊生. 移动云计算中基于LBS的个性化服务推荐模型[J].数学的实践与认识,2013 (2): 157−161.

[45] Wei S, Dai M. Multi−Agent Cooperative e−Commerce Recommender System Model[J].Journal of Computer Applications, 2014, 34(4): 1118−1121.

[46] Jingzhong J, Nakamori Y, Wierzbicki A P. A Study on Multiattribute Aggregation Approaches to Product Recommendation[J]. Advances in Fuzzy Systems, 2013(5): 1−11.

[47] Gu QW, Guo P. Research on Personalized Recommendation Model for Mobile Advertising[C]//19th Annual International Conference on Management Science and Engineering (ICMSE) .IEEE, 2012: 59−63.

[48] Viriyasitavat W, Martin A. A Survey of Trust in Workflows and Relevant Contexts[J].Ieee Communications Surveys And Tutorials, 2012, 14(3): 911−940.

[49] 张雅辉,张铁赢,靳小龙,等. 大数据时代的个人隐私保护[J].计算机研究与发展, 2015, 52(1):229−247.

[50] Gao Yongmei, Ju Chunhua, Bao Fuguang. Research on Customer Service Model and Data Fusion Strategy of Telecom Based on Big Data[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(7):62−69.

[51] 梁昌勇,冷亚军,王勇胜,等.电子商务推荐系统中群体用户推荐问题研究[J]. 中国管理科学, 2013(3): 153−158.