•管理论坛•

国内电子商务个性化推荐研究进展: 架构与实践

孙雨生¹²³ 张 晨 任 洁 朱礼军²

- (1. 湖北工业大学经济与管理学院,湖北 武汉 430068;
- 2. 中国科学技术信息研究所信息技术支持中心, 北京 100038;
- 3. 湖北工业大学区域产业生态发展协同创新中心,湖北 武汉 430068)

〔摘 要〕本文介绍了电子商务个性化推荐内涵、核心内容和研究框架,并从推荐模型与机理、典型应用与技术实践两方面阐述了国内电子商务个性化推荐研究进展。

〔关键词〕电子商务; 个性化推荐; 研究进展; 社会化推荐; 架构; 实践

DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2017.05.025

(中图分类号) TP399; G202; F73 (文献标识码) A (文章编号) 1008-0821 (2017) 05-0151-06

Research Development of E-Commerce Personalized Recommendation in China: Framework and Practice

Sun Yusheng^{1,2,3} Zhang Chen¹ Ren Jie¹ Zhu Lijun²

- (1. School of Economics and Management, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;
 - Information Technology Support Center , Institute of Scientific & Technical Information of China , Beijing 100038 , China;
 - Collaborative Innovation Center of Regional Industrial Ecology Development , Hubei University of Technology , Wuhan 430068 , China)

(Abstract) This article introduced the connotation, core content and research framework of e-commerce personalized recommendation, and revealed its research development in china from two aspects of recommendation model and mechanism, typical applications and technology practice.

(**Key words**) e-commerce; personalized recommendation; research development; social recommendation; framework; practice

伴随电子商务飞速发展,商品种类规模急剧增长与顾客有限商品选择能力形成明显反差,出现商品"信息超载、迷航",导致顾客精准选择商品、商家获取顾客个性需求难度陡增^[1]。对此,顾客希望电子商务辅助其快速^[2-3]选购满意商品^[4-5],商家希望电子商务辅助其动态精准获取顾客需求以提升服务质量及访问量、顾客体验及忠诚度,最终降低社会商业运营成本并提升效率^[2-3,6](交叉销售^[1,4-5,7-8]、变现)。在这种形势下,电子商务个性化推荐应运而生并蓬勃发展。

本文介绍电子商务个性化推荐内涵、核心内容和研究 框架,并从推荐模型与机理、典型应用与技术实践两方面 阐述国内电子商务个性化推荐研究进展。

1 简 介

1.1 定义及内涵

广为接受的电子商务个性化推荐定义由 Resnick、Varian于 1997 年提出 (发表于 ACM 通信"推荐系统"特刊):

收稿日期: 2016-12-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 "基于语义网格的数字图书馆个性化推荐模型研究"(项目编号: 71003032); 中国博士后科学基金资助项目 "基于领域本体的数字图书馆用户兴趣建模研究"(项目编号: 2014M560107); 湖北省社会科学基金资助项目 "语义网格环境下数字图书馆个性化推荐机制及其应用研究"(项目编号: 2015108); 全国大学生创新创业训练项目 "美源网生态农场项目方案设计"(项目编号: 201310500035)。

作者简介: 孙雨生(1980-),男,副教授,博士后,硕士生导师,研究方向: 计算机信息系统工程、知识管理技术、数字图书馆技术。

用电子商务网站向用户提供商品信息和建议^[3,5]辅助其进行商品购买决策,模拟销售员辅助用户完成购买过程^[4,7,9]。就内涵而言,是在网站商品交易过程中,用统计学、数据挖掘^[10]等技术动态采集并分析用户特性^[1]、行为^[2]以得出其个性需求(兴趣^[5]),构建并基于用户兴趣模型、推荐算法(反映用户与商品间关系^[1]) 预测用户喜好,在适当时空通过合适渠道、方式主动向用户推荐合适商品信息及服务^[10]供其选择性浏览以降低搜索成本、认知负担并提升购买决策质量^[1]、完成购买过程^[2,11],最终提

升用户网络购物体验及忠诚度^[11]、商家商品成交量、商业资源配置与流动合理性。

1.2 核心内容与研究框架

分析现有文献,笔者认为电子商务个性化推荐核心研究用户兴趣建模(包括兴趣模型表示、初始化、进化)、推荐机制与技术(直接决定推荐性能^[4])、信息资源管理(包括商品数据采集、挖掘、存储等)、推荐模型与机理、典型应用与技术实践、推荐性能优化及评价等。其研究框架如图 1 所示。

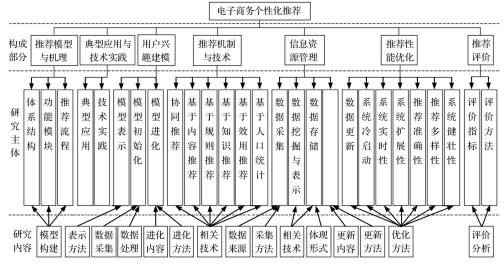


图 1 电子商务个性化推荐研究框架

2 研究进展

为全面掌握国内电子商务个性化推荐研究进展,笔者以知网、万方的学位论文、期刊论文库及维普期刊论文库为信息源,以"电子商务"、"个性化"、"推荐"为关键词组合在题名中检索相关文献(截至 2016 年 12 月 26 日,从知网获硕博论文 73 篇、期刊论文 91 篇;从万方获硕博论文 80 篇(新发现 17 篇)、期刊论文 90 篇(新发现 3 篇);从维普获期刊论文 95 篇(新发现 8 篇),合计 192 篇文献)。

纵观现有成果,国内电子商务个性化推荐研究整体处应用起步阶段且发展态势良好,尤其是近几年。相关成果最早是岳训等 2003 年发表的《基于矩阵聚类的电子商务网站个性 化 推 荐 系 统》 $^{[12]}$; 学 术 研 究 集 中 在 推 荐 模型 $^{[4.6-7,13-14]}$ 与机理、用户兴趣建模 $^{[7]}$ 、推荐机制与技术集成 $^{[2-4.7-9,11,15-16]}$ 、推荐资源管理(数据来源 $^{[7,16]}$ 、数据集成)、典型应用 $^{[1.7]}$ 与技术实践(系统应用 $^{[4.7,9,13]}$ 及可视化 $^{[13]}$)、系统评价(含系统功能 $^{[4]}$ 、性能 $^{[7]}$ 、实时性、质量 $^{[4.7,13]}$ 及奇异性 $^{[7]}$)、用户体验等方面;应用实践集中在信息 管 理 (文 献 推 荐、搜 索 引 擎 $^{[16]}$)、电 子 商 务($^{[2-17]}$ 、图书 $^{[18]}$ 、虚拟超市 $^{[16]}$ 、(旅游 $^{[19-20]}$)移动电子商务)、市场营销(二次营销、客户关系管理(识别潜在

顾客、提高顾客忠诚度及营销策略灵活性) $^{[21]}$)、教育(远程教育 $^{[16]}$ 、E-learning(构建虚拟学习社区、基于社会化标签进行推荐) $^{[22]}$)、人工智能(专家系统 $^{[10\ 23]}$)等领域。

2.1 推荐模型与机理

2.1.1 体系结构

1) B/S 结构

分表示、业务、数据 3 层,通过调用功能模块实现层间交互,通过接口(分内部接口(模块间传递信息)、外部接口(系统间传递信息)) 传递信息[24]:表示层又称应用层[13]、用户界面层[6]、Web 表现层[24]、前台交互层[5 20]、用户访问层[25],是支持用户访问(注册、登录[20]、浏览、订购)[25]、推荐结果呈现[6,13 20]、系统级管理等的人机界面;业务层又称个性化推荐[13]或服务层[25]、业务逻辑层[24]、Web 服务层[26]、推荐数据库层(基于推荐引擎进行推荐)[5],接受并基于业务规则处理表示层崩,基于业务规则处理表示层调,多涉及商品建模(基于类别、属性)、用户兴趣提取(采集用户注册、行为信息存入特征库并挖掘、预测用户兴趣)、用户兴趣模型管理、抽样(基于类别概率计算用户样本近似效用值并抽样)、挖掘[4 26-27]、过滤[6 26]、检索、推荐[5 26]等模块[25];数据层又称数据挖掘层[13]、数据访问层[24]、数据

源层^[26]、数据操作库层^[5],按业务层请求调用或按约束关 模型库^[4 25 27]、系统数据库^[20])或文件系统^[6]。 系存储数据[25],体现为数据库(含用户数据库(分基本信 息库、兴趣特征库)、管理员数据库[20]、商品数据库[5 20] (分基本信息库、特征属性库)、交易事务数据库[20]、推荐

2) C/S 结构

分客户端、服务器端,具体内涵见表1。

表 1 电子商务个性化推荐 C/S 结构内涵

	构成		说	明	功能
	用户认证				识别用户
客户端[3,11,16]	呈现者				呈现结果
	观察者				动态接收推荐请求,收集用户兴趣、反馈 ^[3] 交由学习引擎提取特征
	智能分析 模块	分析需求			基于用户描述、Agent、神经网络动态收集用户需求,基于 Web 挖掘用户偏好、背景知识并存入用户模型库 ^[28]
		检索信息			以关键词、自然语言形式检索[28]
		过滤信息			基于检索结果、用户偏好用算法过滤,结果传给推荐引擎
		推荐信息			推荐引擎基于推荐策略,用推荐模型推荐[11],结果传给客户端
	数据库管理 系统 ^[29]	规则库			存储推荐模型,如推荐场景、规则、算法,用户兴趣模型库等
服务器端 ^[3,16]		资	数据库 资源整 合系统	数据处理 模块	动态 ^[11] 接受外部调用,基于数据处理工具、推荐模型处理数据; 分学习引擎(进化用户兴趣)、挖掘模块(供推荐引擎调用 ^[30])
		源		监视器	监测信息源变化并报告给集成器[11]
		库		集成器	集成监视器上报信息并存入数据库[11]
		信		息库	涉及用户、商品、交易信息[16]
		控制台			维护系统参数 ^[29] :会员及其权限、环境变量、订单、商品、店铺、广告、推荐模块等

3) 基于语义推荐结构

①基于 Agent 体系结构

由多 Agent 基于通信语言、协议、模型、数据库协作 推荐[13]: 闫艳[31]、张琰[13] 等提出分交互层(含跟踪 Agent (隐式收集用户信息、行为,实时推荐)、交互 Agent (显式收集用户、商家信息,反馈推荐结果、商家信 用)[13])、控制层(选择推荐算法,包括用户兴趣模型管 理 Agent (内含 Web 日志 Agent、数据转化 Agent、数据挖 掘 Agent、偏好分析 Agent)、推荐算法库、规则库)、推荐 层(推荐引擎调用控制层推荐算法规则进行推荐,包括推 荐引擎 Agent (内含搜索 Agent、推荐生成 Agent、评价 Agent[31])、推荐引擎触发 Agent、源数据监控 Agent、用户 数据库、商家数据库)。贺桂和[32] 提出基于 Agent 情境感 知推荐体系结构,内含情境获取 Agent、情境处理 Agent、 规则匹配 Agent、商品检索 Agent 和商品推荐 Agent。

②基于本体体系结构

樊静^[33] 提出分信息抽取层 (基于电子商务领域本体、 结合所获取用户兴趣构建并基于用户个性化领域本体进行 用户兴趣建模,提供平台进化用户兴趣模型且支持推理、 语义扩展)、本体集成和管理层(用本体映射引擎整合用 户个性化领域本体与行业知识库,精确描述 Web 服务内 容、用户兴趣模型并基于用户查询、定制概念映射规则进 行本体推理)、应用服务层(基于用户兴趣模型、推荐算 法推荐商品)。

2.1.2 功能模块

一般分结果输出、推荐处理、信息输入3模 块[4,7,13,15-16,22,27,31,34],此外,丁建军[2]、王卫健[3]分用户 (偏好) 建模(分用户信息管理、用户浏览查询(按关键 字或分区分类)、用户反馈[3])、推荐算法(分推荐、结果 融合[3])、推荐对象建模(商品信息管理(由管理员描述、 维护、管理商品信息)[3]) 3模块; 胡一[34]分用户交互代 理(界面[6])、推荐引擎、推荐模型(根据操作筛选推荐 算法)、数据操作库(存储商品、销售、用户和操作、问 题记录[5,35]等)、数据库(存储首次筛选数据操作库后数 据(商品属性、购买率、点击率等))5模块。

1) 结果输出

显示[6]、反馈、分析推荐结果[6,13,15,31,34],结果为相关 推荐(如项目列表(如标题、缩略图、简介等[9])[7,34], 内容含商品^[4,7,27,34]、服务、广告等^[36-37])^[9,27]、项目预测 分值[13,15-16,22,31]、评价(评分[2-4,7,9,13,15-16,31,34](均 值^[7 27 34])、文本^[2-7 ,13 ,15-16 ,27 ,31 ,34 ,36]、等级^[5 ,31],来自群体 或个体)、编辑推荐[7 27 34]、建议列表[5 ,13 ,15-16 22 31] (如 Top -N^[7,13,15,31]) 等,形式为 E-mail^[4,7,9,18,27,34]、短信、网页 栏目[9,18]、用户智能界面[20]等。此外,汪亭廷[9]认为应说

明推荐理由及分数以提升可信度。

2) 推荐处理

推荐系统核心^[15,34],基于推荐算法^[3](预测模型)、用户数据推荐商品^[31],包括用户兴趣建模、推荐模型库生成、用户需求分析和推荐生成^[4,7]。

3) 信息输入

采集用户(基本)信息、兴趣^[4]、行为^[13],多认为源自个体(注册^[2-5727]、反馈^[2]、行为(浏览^[3-57],62227](时间)、点击^[27]、购买^{[479],5-1620}^[22]、标注^[15]、搜索^[3,20])^[2]、扫描信息^[5],除行为外均显式输入)^[3-57]、群体用户(关键字/项目属性^[4-57],627]、(文本)评价^[4-579],627]、评分^[27]、编辑(专家)推荐^[3727]、购买历史^[5727],除购买历史外均显式输入)^{[1627],41}。此外,张琰^[13]将输入信息分为显式及隐式信息、关键词。

2.1.3 推荐流程

1) 常规流程

首先,数据采集(含预处理^[20])及用户兴趣建模:基于用户访问日志^[9]、行为数据库^[6]、各进程时间、页面文本等^[25]抽取其兴趣、行为特征^[6]等并存入用户兴趣特征库,构建用户兴趣模型库^[20];然后,推荐处理及结果生成^[19]:发送请求到推荐模式库由其选择模式,匹配用户兴趣模型与候选项目,经过滤、排序^[6]生成推荐及预测结果(包括策略、社群、内容^[25])并合理展现^[6];最后,根据用户反馈优化推荐结果、模型^[6]。此外,张晓敏^[27]、王伟等^[14]认为包括数据预处理、推荐模型生成、推荐策略配置、推荐服务访问(推荐产生^[14])、数据更新。

2) 阶段划分

通常,基于用户行为^[3] 推荐过程分离线处理(整合挖掘在线推荐数据)、在线推荐(利用离线挖掘结果)^[11,16,20,35]: 前者离线挖掘数据并形成推荐模型^[9],包括数据采集(周期采集客户端 Cookie^[16,20](含用户信息、行为^[3])、服务器端日志^[35]、商品数据(涉及属性、订单等^[3,9,20,35]))、预处理(清洗^[30]、提取^[9]、转换^[3,9]、规约数据(合并^[5,14]、归一化^[3])、用户及会话识别、事务

识别 $^{[16,30]}$ 、路径补充 $^{[16,35]}$ 并生成用户事务文件、Web 内容文件 $^{[30]}$)、模型生成(用数据挖掘技术(关联规则 $^{[9]}$ 、使用(访问路 $^{[30]}$)聚类、事务聚类、蚁群聚类 $^{[3]}$ 等) $^{[35]}$ 挖掘半结构化事务(行为 $^{[3]}$)序列、训练行为预测模型 $^{[3]}$ 并存入推荐模型库) $^{[30,36-37]}$;后者包括浏览器(接收用户请求、反馈并返回推荐结果 $^{[9]}$)、Web 服务器、推荐引擎 $^{[35]}$ (基于运行环境智能 $^{[34]}$ 选择推荐算法、策略 $^{[9,35]}$,调用离线挖掘结果并与用户会话匹配,产生推荐集 $^{[35]}$ 并以超链形式加入用户最近请求页面 $^{[36-37]}$) $^{[30]}$ 。

此外,易明^[38] 将本体用于离线处理(针对用户历史行为构建 Web 领域本体并语义化 Web 使用文档:基于 Web 数据预处理结果、服务器日志形成并聚类语法层交易事务文件集、基于聚类质心点矢量形成语法层使用文档并基于本体语义化)、在线推荐(基于本体语义化语法层用户当前会话或基于用户会话语义特征在本体中寻找相似对象,匹配语义层 Web 使用文档形成推荐结果并转为 Web 页面)。

2.2 典型应用与技术实践

2.2.1 典型应用

国内电子商务个性化推荐已有一定应用,典型代表见表 2。此外,陈健^[20] 提出旅游移动电子商务个性化推荐应用(新用户基于其特征,用点击量及热销度等进行 Top-N推荐,老用户基于购买、搜索记录并结合需要进行基于内容的商品、服务及攻略推荐); 肖倩等^[18] 认为图书类电子商务个性化推荐应用呈现推荐机制丰富(基于历史行为预测兴趣推荐(基于历史行为预测兴趣推荐(精准度较受重视)、混合推荐等,以根据用户可以被会化推荐(较受重视)、混合推荐等,以根据用户反感、产在新用户、混合推荐精度不高、易引起用户反感、难有效反映用户当前行为^[3,90]等问题;趋势为基于用户偏好、反馈(显性修改及提问、隐性行为)进行交互式推荐以动态优化推荐效果(多用社会化推荐、混合推荐,优化推荐时机及频次),个性化设置推荐机制,协调推荐精度与用户体验,智能化推荐^[1]。

表 2 电子商务个性化推荐典型应用

名 称	说明	推荐机制、策略
亚马逊	基于用户浏览、检索 ^[34] 、购买 ^[20] 、多维评价(项目、项目评论)等海量历史行为数据 ^[22] ,社会化标签;功能有今日推荐、促销推荐 ^[34] 、新商品推荐、相关商品推荐、定制推荐、购买过你浏览过商品的人还购买过、购买过此商品的用户还购买过 ^[22,39] 、商品推荐图表、人工推荐 ^[22]	基于内容推荐、协同推荐 ^[1,34] 、社会化推荐 ^[22] 、 混合推荐、交互式推荐等
当当[40]	基于购物环节所挖掘用户行为信息;分喜好大探底(基于 Flash 游戏中用户兴趣自动推荐)、靠谱内容(基于用户属性推荐)、用户关注(展示收藏、好评、热点商品) ^[39] 、读书社区 ^[18] ,形式有网页推荐、打包购买推荐、购物车推荐、E-mail 推荐 ^[18] 等	基于内容推荐、协同推荐、 关联规则推荐 ^[2] 、社会化 推荐 ^[18] 等
天猫	基于顾客(含用户习惯)、商品(含特性)、品牌、店铺、营销活动等数据;在首页、Offfer、促销邮件、资讯文章、商品信息、搜索结果、购买过程、购物车页面等位置,在刚来、浏览、搜索、点击进入、反馈后、收藏后、交易后等时机,通过页面、E-mail、消息、智能手机等渠道向企业、个人、顾客群等推荐商品及类目、品牌、店铺、公司、资讯、好友等 ^[39] ;功能有榜单推荐、相关商品推荐等	基于用户协同推荐、基于内 容推荐、关联规则推荐、混 合推荐等

	K - (%)	
名 称	说明	推荐机制、策略
淘宝	推出 i 淘宝,基于顾客浏览 $^{[34]}$ 、搜索、收藏、购买、评价 $^{[20,34]}$ 等行为推荐商品、店铺、好友等 $^{[40]}$,提供找相似 $^{[34]}$ 、猜你喜欢、掌柜热卖、购买过此商品顾客还购买过 $^{[34]}$ 等功能	基于用户协同推荐 ^[3] 、基于 内容推荐
京东	基于已标注浏览、购买、评分等行为判断用户兴趣并推荐 ^[40]	协同推荐
好乐买	基于用户浏览、搜索进行推荐,提供畅销、新品、促销推荐、在线咨询推荐 ^[34] ,购买过 此商品用户还购买过等,形式有广告、邮件推荐等	定制推荐、社会化推荐
豆瓣	优化搜索引擎支持兴趣搜索,通过话题引导用户行为,基于评价标签构建商品关联性,最 终拓展推荐范围及内容 ^[1]	社会化推荐

2.2.2 技术实践

1) 基于数据挖掘技术类

首先,用 Web 数据挖掘技术实现,相关学者有王海超^[36](用交叉 Web 挖掘技术、IPAM 算法(分析用户行为)获取用户兴趣并推荐)、冯丽桥^[37](用动态直接聚类 算法和聚类 Markov 技术、基于 Web 使用挖掘进行推荐)、岳训^[12](用矩阵聚类算法分类顾客群并挖掘其特征进行推荐)、安芳^[25](基于 PRMPR 模型学习、跟踪浏览用户行为并量化其兴趣、推荐信息)等;其次,用 FP_增长关联规则算法实现,相关学者有陈志刚等^[19](针对旅游构建用户兴趣模型,基于概念层次树、FP_增长关联规则挖掘并进行移动推荐)、汪亭廷^[9](针对美味网);最后,用混合机制实现,相关学者有王辉^[11](基于项目属性值矩阵算法充实稀疏矩阵,基于改进 k-means 聚类算法发现邻居,基于用户项目类偏好算法预测项目评分,基于用户需求选择推荐、工工健^[3](混合基于用户行为推荐、协同推荐、基于内容推荐)。

2) 基于语义技术类

首先,基于 Agent 实现 (结合 Web 日志挖掘,多 Agent 协作推荐),相关学者有闫艳[31]、张琰[13]、贺桂和等[32]。 其次,基于本体实现,相关学者有贺桂和等[32](基于本体 语义描述、推理情境与商品信息,由 Agent 获取情境信息 并基于本体构建工具形成情境本体、构建情境模型,基于 匹配规则、本体进行推荐)、樊静[33](基于本体构建动态 用户兴趣模型并进行推荐); 再次,基于专家系统(识别 用户、分析其需求) 实现,相关学者有罗亚[23](基于咨询 系统所获信息构建静态、动态数据库,结合静态数据库、 专家系统进行推荐)、刘丽峰[35]; 此外,杨帆[6] 基于 BP 网络,融合LDA和改进的隐语义模型(LFM)进行推荐, 李晓昀[41] 收集并用模糊语义法处理 Web 信息,基于 ART 模型聚类数据以基于用户隐性反馈自适应推荐,罗亚[5]认 为电子商务个性化推荐系统应按人类心理和行为活动设置 过滤机制 (先构建主题知识库, 含主题文本特征 (如关键 词、相关概括及特殊语句等),再用知识库中主题文本特 征统计和权值运算文本中词汇完成首次过滤,再深入分析 相关主题语句,明确文本关键词并和用户给出过滤主题对

比以提升其需求满足度)。

3) 基于社会化技术类

张秀杰^[42]基于信任偏好实现(综合考虑用户标注、评分及偏好时效性因素,基于用户间直接、衍生信任关系网络进行推荐),李熠^[15]基于引入信任(衡量用户间兴趣相符度并补充传统相似度,为二部图算法分出近邻网络)的二部图实现(差异化商品初始资源配置并用信任和相似度复合值传输路径赋权,分别区别用户对商品、其他用户推荐结果的喜爱度);曹高辉等^[17]基于协同标注实现(用概念生成器生成标签概念空间、形成标签地图,进行商品推荐、用户导航、概念搜索),王伟等^[14]基于概率回归模型确定整体评价与特征评价间关系、挖掘文本评价中评价者权重偏好,基于 KNN 算法确定与目标用户兴趣相似评价者集并进行 TOP-N 推荐。

4) 其他

部分学者基于高性能计算技术实现: 马瑞敏等^[43] 线性组合基于 Hadoop 的 MapReduce 并行化协同过滤算法所得相关性系数得到最近邻进行推荐; 董月^[8] 提出量子粒子群聚类模型协同推荐算法(结合基于用户、项目协同推荐算法并融合经量子粒子群算法优化后的 k-means 聚类算法形成用户和项目双重聚类协同推荐算法)并基于 Hadoop 并行处理海量数据、MapReduce 优化推荐处理流程。此外,张曌等^[26] 基于案例推理实现(基于用户需求特征、按相似度匹配案例进行推荐)。

3 结束语

综上,本文介绍了电子商务个性化推荐内涵、核心内容和研究框架,并从推荐模型与机理、典型应用与技术实践两方面阐述了国内电子商务个性化推荐研究进展:模型与机理涉及体系结构(多用B/S、C/S结构,部分引入语义技术)、功能模块(多分结果输出、推荐处理、信息输入)和推荐流程(多为信息采集及用户兴趣建模、推荐处理、结果生成及用户反馈,多分离线处理、在线推荐两部分);现有应用集中在亚马逊、当当网、天猫等主流电子商务网站,实现技术分基于数据挖掘技术、基于语义技术、基于社会化技术3类,部分学者用高性能计算技术实现。

接下来,笔者将系统分析电子商务个性化推荐性能优化及评价研究成果,以供相关研究参考。

参考文献

- [1] 李芳, 王松. 电子商务个性化推荐的发展与应用评析 [J]. 电子商务, 2015, (12): 60-61.
- [2] 丁建军. 面向电子商务个性化推荐系统的 Web 数据挖掘应用研究 [D]. 杭州: 浙江理工大学, 2015.
- [3] 王卫健. 基于数据挖掘的电子商务商品个性化推荐技术研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [4] 杨智奇. 协同过滤技术在电子商务个性化推荐系统中的研究与应用 [D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
- [5] 罗亚. 浅谈电子商务个性化推荐系统 [J]. 现代经济信息, 2015, (15): 335-335, 337.
- [6] 杨帆. 基于 BP 网络融合的电子商务个性化推荐模型研究 [D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2015.
- [7] 李亚欣. 基于协同过滤的电子商务个性化推荐算法研究 [D]. 大连: 东北财经大学, 2012.
- [8] 董月. 基于 Hadoop 的个性化推荐系统在电子商务的应用 [D]. 北京: 华北电力大学, 2015.
- [9] 汪亭廷. 美味网电子商务个性化推荐系统的设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [10] 刘丽峰. 刍议基于专家系统的电子商务个性化推荐技术 [J]. 电子技术与软件工程, 2015, (10): 191-191.
- [11] 王辉. 基于混合机制的电子商务个性化推荐研究 [D]. 大连: 大连海事大学, 2009.
- [12] 岳训,苗良,巩君华,等.基于矩阵聚类的电子商务网站个性化推荐系统[J].小型微型计算机系统,2003,24(11):1922-1926.
- [13] 张琰. 基于多 Agent 的电子商务个性化推荐系统研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2007.
- [14] 王伟,徐平平,王华君,等. 基于概率回归模型和 K-最近 邻的电子商务个性化推荐方案 [J]. 湘潭大学自然科学学报, 2016 , 38 (1): 97-100 , 9.
- [15] 李熠. 引入信任的二部图电子商务个性化推荐算法改进研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2015.
- [16] 刘庆华. 个性化推荐技术及其在电子商务中的应用 [D]. 南昌: 南昌大学,2008.
- [17] 曹高辉,毛进.基于协同标注的 B2C 电子商务个性化推荐系统研究 [J].图书情报工作,2008,52(12):126-128,38.
- [18] 肖倩,董占山,张聪. 图书类电子商务网站上的个性化推荐应用研究[J]. 科技与出版,2014,(8): 94-97.
- [19] 陈志刚,陈健. 基于旅游业移动电子商务的个性化推荐模型研究 [J]. 湖北工业大学学报,2014,29(6):36-39.
- [20] 陈健. 基于个性化推荐的旅游移动电子商务平台设计研究 [D]. 武汉: 湖北工业大学, 2015.
- [21] 丘珂玮. 个性化推荐技术在电子商务客户关系管理中的二次营销应用 [J]. 中国科技纵横, 2014, (1): 285-285.

- [22] 任宇. E-Learning 个性化系统的推荐策略研究——来自电子商务推荐系统的启示 [D]. 长春: 东北师范大学, 2011.
- [23] 罗亚. 基于专家系统的电子商务个性化推荐技术 [J]. 制造业自动化, 2012, 34 (10): 100-102.
- [24] 王亮,吴昀昆,袁锋玉,等. 基于B/S三层架构的电子商务 个性化推荐系统 [J]. 福建电脑,2013,(5): 11-13,40.
- [25] 安芳. 电子商务个性化信息推荐服务的研究 [D]. 北京: 对外经济贸易大学,2006.
- [26] 张翌,夏国平,李雪峰.基于案例推理的电子商务个性化推荐系统[J].计算机工程,2007,33(20):187-189.
- [27] 张晓敏. 电子商务个性化推荐系统中协同过滤技术及应用研究 [D]. 重庆: 重庆大学,2007.
- [28] 杨静. 电子商务个性化推荐系统的构建 [J]. 现代计算机: 专业版, 2012, (28): 50-53.
- [29] 李聪. ECRec: 基于协同过滤的电子商务个性化推荐管理 [J]. 现代图书情报技术, 2009, (10): 34-39.
- [30] 熊宇. 协同过滤的电子商务个性化服务推荐系统的研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [31] 闫艳. 基于多 Agent 技术的电子商务个性化推荐系统的设计与实现 [D]. 北京: 首都师范大学, 2009.
- [32] 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):81-84,26.
- [33] 樊静. 基于 OBUIM 的电子商务个性化推荐模型研究 [J]. 现代商贸工业,2009,(19): 278-279.
- [34] 胡一. 基于大数据的电子商务个性化信息推荐服务模式研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [35] 邢红刚, 阮胜利. 基于 Web 的个性化电子商务推荐系统研究 [J]. 华人时刊: 中旬刊, 2014, (11): 156-156.
- [36] 王海超. 基于 Web 挖掘的电子商务个性化推荐技术研究 [D]. 赣州: 江西理工大学, 2010.
- [37] 冯丽桥. 基于 Web 挖掘技术的电子商务个性化推荐算法研究 [D]. 天津: 河北工业大学, 2013.
- [38] 易明. 基于 Web 挖掘的电子商务个性化推荐机理与方法研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2008.
- [39] 郭伟光. 我国 B2C 电子商务个性化商品推荐服务实证研究 [J]. 价值工程, 2014, (30): 25-27.
- [40] 李晓丽. 电子商务个性化推荐系统的设计与实现 [D]. 开封: 河南大学, 2013.
- [41] 李晓昀. 基于隐性反馈的个性化自适应电子商务推荐系统研究 [D]. 衡阳: 南华大学,2008.
- [42] 张秀杰. 基于信任偏好的电子商务个性化项目推荐研究 [D]. 天津: 天津大学, 2012.
- [43] 马瑞敏, 卞艺杰, 陈超, 等. 基于 Hadoop 的电子商务个性化推荐算法——以电影推荐为例 [J]. 计算机系统应用, 2015, 24 (5): 1-7.

(本文责任编辑: 郭沫含)