

电子商务推荐系统研究综述^{*}

A Survey: Electronic Commerce Recommender Systems

刘平峰 聂规划 陈冬林

(武汉理工大学经济学院 武汉 430070)

摘 要 对电子商务推荐系统在国内外的研究现状进行了综述,分析与评述了各种电子商务推荐技术的原理方法、特点、优势和不足,阐述了电子商务推荐系统的研究内容,指出了现有电子商务推荐系统存在的问题和研究的发展方向。

关键词 电子商务 推荐系统 推荐技术 网格

电子商务规模的迅速增长在给用户提供更多选择机会的同时,也使得用户搜索所需商品的成本越来越高。电子商务推荐系统可以向用户提供商品推荐,帮助用户找到所需商品,满足用户个性化的需求,将用户从浏览者转变为购买者,通过网站与用户的互动提高了用户的忠诚度,从而增加企业的效益,同时将用户从繁重的搜索任务中解脱出来。目前几乎所有的大型电子商务网站都不同程度地使用电子商务推荐技术,比如 Amazon、CDNow、ebay 和 dangdang 等。

1 电子商务推荐技术研究现状

常用的推荐技术包括基于内容的过滤技术、协同过滤技术、基于人口统计的推荐技术、基于效用的推荐技术、基于知识的推荐技术和上述推荐技术的混合推荐技术。

1.1 基于内容的过滤技术 早期的推荐系统是为了克服文本领域信息负担的信息过滤和信息提取系统,基于内容的过滤技术是信息过滤的派生和继续,基于内容的推荐常采用两种方法:a. 基于特征。即用相关特征来定义所要推荐的商品,定义方法可以采用向量空间模型、矢量权重模型、概率权重模型或贝叶斯模型^[1]。系统通过学习用户已评价或购买过的商品特征来获得对用户兴趣的描述,即用户概要信息(User Profile),并且随着系统对用户偏好的学习而不断更新,使用的学习方法包括决策树、神经网络和基于矢量的表示等^[2]。若一个商品与用户兴趣很相近,则向该客户推荐该商品。例如,New Weeder 等新闻过滤的文本推荐系统就是采用文本中的单词作为文本的特征,Schafer 等称之为“商品与商品的相关性推荐”^[3]。该方法的难点是如何选择商品的代表特征并予以适当的编码。b. 基于文本分类。与基于特征的方法不同,基于文本分类的方法从成千上万的文本特征(即词汇与短语)学习来构建有效的分类器,然后利用该分类器对文本进行分类,若所分类别与用户兴趣相符则向用户作出推荐,该方法主要用于网页和书籍等领域的推荐,例如 INTIMATE 就采用该方法向用户推荐电影^[4]。

基于内容的推荐技术最大的缺点是必须分析资源的内容信息,因此对音乐、图像、视频等信息无能为力;另外该技术的推荐结果过于专门化(over specialization),无法向用户推荐不在用户概要信息中的商品^[5]。

1.2 协同过滤技术 协同过滤推荐技术是当前研究的热点,其最大优点是不需要分析对象的特征属性,对推荐对象没有特殊要求,在数据密度达到一定程度时表现出较好的推荐质量。Breese 等人将协同过滤技术分为两类^[6]:a. 基于内存的协同过滤,也称为基于相关性的协同过滤,用户对商品的评分数据采用统计的方法得到具有相似兴趣爱好的邻居客户,然后根据邻居客户的爱好作出推荐;b. 基于模型的协同过滤,从用户兴趣数据库学习得到一个模型,再用此模型进行预测,通常情况下模型的学习过程需要花费一定的时间,是离线进行的,主要用于用户兴趣变化缓慢的场合,但相对基于内存的协同过滤而言其响应较快^[7]。常采用的学习算法有贝叶斯网络和基于分类的算法^[8]。第一个协同过滤推荐系统是 Xerox PARC 研究中心提供的 Tapestry,该系统用于在一个小的社区环境里过滤 E-mail 信息和 Usenet 文章,用户可以对信息发表评论,并使用复杂的查询来获取相应的信息。由 MIT 媒体实验室开发的 Ringo 系统^[9]、由 Minnesota 大学计算机科学与工程系 Riedl 和 Kontan 等开发的 GroupLens 和 MovieLens 系统^[10]在协同过滤推荐系统中具有很大的影响力,其中 Ringo 向用户提供个性化的音乐推荐服务并能预测用户对特定音乐的评分;GroupLens 在 Tapestry 的基础上作了进一步扩展,提供了 Usenet 新闻推荐的解决方案;MovieLens 是采用 GroupLens 的推荐技术,基于 Web 方式的推荐电影的推荐系统。很多学者在研究协同过滤算法时采用的数据源就是 MovieLens 的数据源。

协同过滤技术存在的不足主要表现在两个方面:一是数据稀疏性问题,即客户对商品评分数据比较少的时候推荐质量比较低,特别是当在线商店商品品种数非常多而用户数较少时该问题尤为突出;当添加一项新商品时是没有任何评分数据的,协

基金项目:国家自然科学基金资助项目“基于知识网络的电子商务智能推荐系统研究”(编号:70572079)成果之一。

作者简介:刘平峰,男,1972 年生,讲师,博士研究生,研究方向为商务智能、知识管理与知识工程。

同过滤技术无法向用户推荐该商品,该问题称为“新商品问题”,而一个新用户没有对任何商品进行评分从而导致协同过滤技术无法向该用户推荐商品,该问题称为“新用户问题”。“新商品问题”与“新用户问题”都称为“冷启动问题”。二是可扩展性问题,协同过滤算法的计算时间随着用户和商品数量的增加而成线性关系的增加,最坏的情况下算法性能为 $O(MN)$,从而导致可扩展性比较差,不能适应大型电子商务网站的推荐需要。

研究如何改善协同过滤技术在数据稀疏性和可扩展性两个方面缺陷的文献非常多。针对数据稀疏性的改进方法主要包括预测评分、隐性评分和降维等。预测评分采用神经网络、商品项相似性、概率模型等方法对用户未评价的商品项的评分进行预测从而降低数据的稀疏程度,如中山大学软件学院的张锋等利用神经网络预测用户未评价项的评分^[11],复旦大学的邓爱林等根据项目之间的相似性初步预测用户对未评分项目的评分^[12],Byeong Man Kim 和 Qing Li 利用基于商品项聚类的概率模型来解决用户评分中的偏见、缺少关联关系以及新商品问题^[13]。由于显性评分会中断用户正常的浏览行为,如果没有任何好处用户一般不愿意提供评分。隐性评分通过分析用户的浏览行为来判断用户对商品的评分从而弥补了显性评分的不足,文献[14]通过实验统计分析了反映用户兴趣的浏览动作;陈冬林等^[15]综合考虑客户浏览路径和时间、商品属性及其在网页中的分布等因素,研究了客户对商品属性的隐性评分函数。降维方法分为增加数据密度和减少计算空间大小两类,增加数据密度的常用方法包括 SVD (Singular Value Decomposition)、LSI (Latent Semantic Index)^[16]和 PCA (Principal Component Analysis)^[17],减少计算空间大小的方法包括聚类分区、产品分类和取样,GroupLens 应用 SVD 对 user-item 空间和邻居空间进行降维处理从而增加数据密度;Manolis G. 等将 SVD 应用于基于商品项的协同过滤技术中提高了推荐质量^[18];聚类分区通过将用户或商品项进行聚类分区,相似性和商品推荐的计算在分区内或分区之间进行从而大大降低了数据空间的大小和数据的稀疏程度,提高了算法效率和准确度,如雅虎公司的 Dmitry Pavlov 等^[19]在 ResearchIndex 的计算机科学论文推荐系统中在文档聚类的基础上建立最大熵模型来向用户推荐论文;Yoon Ho Cho 等^[20]在搜索最相近邻居时使用产品分类来降低计算空间的大小以提高系统性能,Kai Yu 等^[21]在构建的用户概要 (User Profile) 空间而非所有用户空间中进行协同过滤,由于用户概要空间要比所有用户空间要小得多,而且其构建的算法支持增量构建,所以在在线推荐中表现出较好的性能。针对可扩展性的改进方法分为降维和基于模型两类。Sarwar 在其博士论文^[22]中采用 SVD 作降维处理形成较小的特征空间从而加快相同兴趣邻居的搜索速度,同时使用聚类算法对用户评分数据库进行聚类分区并将分区作为具有同类兴趣的邻居,利用其评分数据向用户作出推荐;Kai Yu 等人在采用协同过滤算法计算用户相似度时考虑到不同商品项对用户兴趣的影响不同,采用 IUF (Inverse User Frequency)、熵和互信息三种方法计算商品项权重,并将权重的概念引入相似度计算,同时只选择评价了相关商品

项的用户计算相似度以缩小相似邻居搜索空间,提高了推荐的准确性和实时性^[23]。基于模型的方法响应性能很好但其推荐质量有待提高。

1.3 基于人口统计的推荐技术 旨在根据个人特征对用户分类,并基于人口统计信息作出推荐。早期的 Grundy 是通过交互式的对话来收集个人信息,用户的反应与一个人工创建的模式库相匹配^[2]。另外,还有一些系统是采用机器学习来得到一个基于人口统计信息的分类器。基于人口统计的推荐系统与协同过滤推荐似乎相似,但实际使用的数据完全不同,其优点在于不需要用户评价历史数据,但用户对私人信息的敏感性是获取人口统计信息的障碍。

1.4 基于效用的推荐技术 该技术基于用户需要和可选集之间匹配的评估之上,通过计算商品对用户的效用来作出推荐。用户概要信息就是系统为用户创建的效用函数,采用约束满足技术来确定最佳匹配。它的优点是能在效用函数中考虑如卖主的可靠性、产品的可获得性等非产品因素。其焦点问题是如何为每一位用户创建出合适的效用函数,通过交互让用户指定影响因素及其权重对于大多数用户而言是极其繁琐的事情,因而限制了该技术的应用。电子商务网站 PersonaLogic 中采用了该技术^[24]。

1.5 基于知识的推荐技术 基于内容的过滤和协同过滤技术若没有经过足够数据的训练则其推荐质量非常低。基于知识的推荐技术不依赖客户对商品的评分数据量,而是通过推断用户的需要和偏好来作出推荐。总结查阅的文献,可将基于知识的推荐技术分为三类:数据库知识发现 KDD (Knowledge Discovery in Database)、基于案例推理 CBR (Case Based Reasoning) 和知识推理 KR (Knowledge Reasoning),其中 KDD 主要和传统推荐技术结合使用。基于 KDD 的推荐技术是使用数据挖掘技术,对电子商务数据进行挖掘分析,找出隐藏在数据背后的有价值的知识来向用户作出推荐。根据挖掘数据的不同可将 KDD 分为两类:一类是面向电子商务交易数据和商品数据的挖掘来发现用户和商品的关联、分类和聚类知识;另一类是面向 Web 使用的挖掘来发现用户有价值的行为模式。目前 KDD 技术被广泛应用于基于内容过滤和协同过滤技术的推荐系统中,例如采用决策树^[25]、基本贝叶斯和贝叶斯网络^[26]、神经网络^[27]、支持向量机^[28]等技术对用户概要信息或商品进行分类;利用 Apriori 或其改进算法对用户—用户、商品项—商品项的关联规则进行挖掘^[29];通过关联规则、聚类分析、分类学习和序列模式等来分析用户的行为模式^[25]。对于使用关联规则的推荐系统而言,如果 Web 使用数据是高维、巨量而且稀疏的情形,则如何设置支持度和信任度以产生可靠和完整的模式是一件困难的事情。

基于案例推理的推荐技术试图从以往推荐过的类似案例中找到现成的或经过修改后能够解决现有问题的答案。CBR 通常包含四个过程,即 4R 模型:提取 (Retrieve)、重用 (Reuse)、修正 (Revision) 和保留 (Retain)。基于案例的推荐技术重点需要解决案例的表示以及案例推理过程中所涉及的算法问题。Fabiana Lorenzi 和 Francesco Ricci^[30]在对 4 个典型的基于案例

推理的推荐系统 Entré、Die To Recs、First Case 和 Expertclerk 进行对比分析的基础上,提出案例模型包括内容模型、用户模型、会话模型和评估模型四个子模型,并将基于案例推理的推荐技术进行分类,探讨了每一类技术所涉及的 CBR 过程以及其间的关键方法和算法,但没有解决如何统一表示案例模型的问题,以及产品属性值和用户偏好属性值为非数值型数据时的相似度计算问题。在文献[31]中 Mehmet S. Aktas 等人为了在地震模拟网络上方便地查找各种信息和资源,采用语义本体技术来统一描述案例和用户需求,然后采用 CBR 技术向用户推荐信息来源。

基于知识推理的推荐技术涉及三种知识^[2]: a. 目录知识,即推荐商品及其特征的知识; b. 客户知识,即客户需求和偏好的知识; c. 功能知识,即商品及其特征满足客户的需求的知识,用于推理出用户需要与某一推荐物品的相互关系。其中客户知识和功能知识的获取是研究难点问题。基于知识推理的推荐技术的基本原理是通过用户交互界面引导用户明确对产品特征的要求从而获取客户的需求知识,推荐系统根据获取的用户需求知识和产品知识库中的目录知识,利用功能知识进行推理找出能够满足用户需求的产品并推荐给用户。从收集的文献分析,目前该类推荐系统的研究处于零星研究阶段,缺乏系统的研究成果。In - Gook Chun 和 In - Sik Hong 使用 JESS 实现了试验性的手机推荐系统,产品知识库以 JESS 中“模板”和“槽”的概念组织到数据库中,推理部分用规则推理实现^[32]。Alexander Felfernig 用基于知识的推荐系统来处理金融服务这类复杂产品的推荐,该系统用 Koba4MS 工具套件实现,其知识表示与推理采用基于模型的方法,满足知识推荐系统的需要^[33]。值得注意的是本体作为共享概念模型的形式化规范说明,越来越多地被用于推荐系统,主要用来描述用户需求和产品,以及通过本体匹配向用户推荐产品。如文献[31]使用本体来描述网格上的地震信息资源,然后使用本体匹配来向用户推荐资源;文献[34]使用本体来表示产品并用本体节点之间的距离来计算产品之间的相似性。Middleton 等使用本体来描述用户的兴趣^[35],并以论文推荐为例讨论了该方法的有效性。

1.6 混合推荐技术 混合推荐系统整合两种或更多推荐技术以取得更好的实际效果。最常见的作法是将协同过滤推荐技术与其它某一种推荐技术相结合,以克服“冷启动问题”,例如 Claypool 提出的内容过滤和协同过滤相结合的推荐^[36]。斯坦福大学数字图书馆 Fab 系统是较受欢迎的早期混合推荐系统之一,用来向用户推荐网页^[27]。常见的混合推荐方法有^[2]: a. 权重型,由多个推荐方法的计算结果组合而成,如 P - Tango 系统^[36]; b. 转换型,根据具体情形在几个推荐方法间转换^[37]; c. 合并型,几个推荐方法的结果一起呈现^[38]; d. 特征组合,将协同过滤信息视为商品附加特征然后采用基于内容的推荐技术^[39]; e. 瀑布型,后一个推荐方法优化前一个推荐方法的候选结果集^[2]; f. 特征递增值,先用一种技术产生商品项评分或分类,在此基础上使用另一种推荐技术进行处理^[40~41]; g. 元层次型,前一个推荐方法所得出的模型作为后一个推荐方法的输入^[42]。

2 电子商务推荐系统研究内容与发展方向

电子商务推荐系统的研究除了对采用的推荐技术进行研究外,还包括以下几个方面的研究内容:

2.1 推荐质量和实时性研究 现有推荐系统通常从统计准确性、决策支持准确性和覆盖率^[43~44]三个方面来衡量推荐质量。统计准确性比较系统预测评分值与用户实际输入的评分值,计算平均绝对偏差 MAE (Mean Absolute Error); 决策支持准确率反映推荐结果的有效性,常用指标包括查全率 Recall、精确率 Precision、查全率与精确率综合指标 F1、ROC (Receiver Operating Characteristic) 和流行排行 TopN - rank; 覆盖率即由系统推荐并出现在评估集中的商品个数与评估集大小的比率,反映系统推荐引擎产生所有可能被用户购买的产品的能力。推荐系统的实时性通常用响应时间和吞吐量来度量^[20,44]。推荐质量和实时性是一对矛盾体。很多大型电子商务系统都采用协同过滤技术来进行商品推荐,用户评分数据的稀疏性使得推荐系统无法保证质量,而当用户评分数据达到一定密度时系统的计算量加大,系统推荐的质量提高了但实时性难以保证。除了对协同过滤技术本身进行可扩展性改进之外,众多学者将其它推荐技术与协同过滤技术相结合来提高推荐的质量和实时性。Cyrus Shahabi 等人综合基于内容的过滤和协同过滤两种推荐技术的优点,设计出了离线训练模型、在线使用模型进行推荐的一种可调谐模式 Yoda,提高了基于 Web 的推荐系统的质量和实时性^[45]。Giovanni Semeraro 等在基于内容的过滤中引入 WordNet 来生成的基于语义用户概要信息,对用户概要信息进行聚类,然后利用协同过滤技术来向用户推荐电影,表现了更高的推荐质量和可扩展性^[41]。

2.2 推荐结果评估和解释研究 电子商务推荐系统为了说服客户,需要向客户解释推荐产生的原因。目前国内外的电子商务推荐系统只能通过简单的销售排行和其他客户对商品的评价信息等方法向客户解释推荐的原因。基于知识的推荐系统可将推理过程的关键步骤以图示和文字说明的形式展示给客户从而说明推荐结果是如何产生的。在 Felfernig 设计的 Koba4MS 环境^[33]中,当用户完成产品特征的相关选择后,系统会向用户推荐最终的解决方案并向用户解释该解决方案的产生过程,或在无法得到解决方案时向用户反馈失败原因并引导用户进行约束修正。

2.3 元推荐系统研究 元推荐系统有效集成多种推荐技术,收集多种类型的数据,让用户能够控制丰富推荐数据的组合以产生个性化的推荐。其代表性研究是 Schafer 的 MetaLens 系统^[1,46],该系统由接口层、计算层和数据层组成。

2.4 推荐系统规模性研究 到目前为止,绝大多数电子商务推荐系统属于集中式推荐系统,只适用单个网站,不能适应大规模特别是分布式电子商务网站推荐应用。推荐系统如何与现代分布式技术发展相结合,构建分布式推荐系统的研究引起了许多学者的关注。文献[1]提出了一种“电子商务虚拟社区推荐系统”,它假设在某一电子商务社区,存在相邻商品和相邻客户群的一组电子商务网站,设计了“基于智能代理的社区

推荐系统”。上海交通大学的韩鹏提出了基于 P2P 结构的分布式协同过滤推荐系统^[47],重点研究了分布式协同过滤算法 PipeCF 和通过 DHT(分布式哈希表)在 P2P 结构上实现该算法的问题。

现有电子商务推荐系统基本上只适用于单个电子商务网站,远远不能满足网络条件下大规模电子商务推荐的需求,并缺乏有效的推荐结果解释模型和评估体系。实时性差、推荐范围狭窄与网络信息资源丰富的矛盾、推荐质量远远落后于用户期望等都是亟待解决的问题。知识网络技术、语义本体论和电子商务推荐技术的结合,可以满足网络条件下商品知识、用户需求知识和推荐功能知识的有效获取、聚合和智能推荐协同工作的要求,满足电子商务推荐系统的大规模、高质量和强实时性的要求。随着基于 OGSA 和 WSRF 或 P2P 网络技术的不断成熟,以及语义网格和知识网格的不断发展,基于网格技术的电子商务推荐系统成为目前电子商务推荐系统研究的一个新方向。国外刚开始基于信息网格的推荐算法和知识获取机理研究工作。Lan. M 等人提出了“电子商务推荐系统的信息网格结构”^[48],采用基于内存的多代理节点模型实现,可以减少客户在线的信息交互量。李绍滋等人提出了基于 P2P 网络的信息共享模型,针对模型中涉及的基于内容的信息过滤和协同过滤方法进行了较为详细的分析^[49]。文献[50]提出了基于本体论的知识逻辑和多 Agent 结构模型(KSNet),用以解决网格条件下的客户知识获取和聚合问题。但这些方法都没有有效解决网格环境下商品知识、用户需求知识和推荐知识的有效获取、聚合和智能推荐的协同工作问题。我们提出利用知识网格作为知识共享与服务平台来解决该问题,目前已经设计了电子商务智能推荐知识网格(IECRKG)的层次模型和基于 SOA 的架构,推荐任务最终被描述为基于知识的工作流,该工作流交由知识网格自动执行。

3 结 论

本文对电子商务推荐系统在国内外的研究现状进行了综述,重点分析与评述了各种电子商务推荐技术的特点、优势和不足,包括基于内容的过滤技术、协同过滤技术、基于人口统计的推荐技术、基于效用的推荐技术、基于知识的推荐技术以及以上推荐技术的混合推荐技术;阐述了电子商务推荐系统的研究内容,包括推荐质量和实时性研究、推荐结果评估和解释研究、元推荐系统研究和推荐系统规模性研究;探讨了电子商务推荐系统研究的发展方向,提出将网格技术、语义本体技术引入电子商务推荐系统,以满足网络条件下大规模电子商务推荐的需求。

参 考 文 献

- 1 John Benjamin Schafer. MetaLens: A Framework for Multi - Source Recommendations:[Doctor Thesis]. Twin Cities: University of Minnesota, 2001
- 2 Burke R. Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. User Modeling and User - Adapted Interaction, 2002;12(4)
- 3 黎星星,黄小琴,朱庆生. 电子商务推荐系统研究. 计算机工程与科学,2004;(5)
- 4 Harry Mak, Irena Koprinska, Josiah Poon. INTIMATE: A Web - Based Movie Recommender Using Text Categorization. In:Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence (WI 03), 2003
- 5 Shahabi C, Chen Y - S. An Adaptive Recommendation System Without Explicit Acquisition of User Relevance Feedback. Distributed and Parallel Databases, 2003;14(2)
- 6 Breese J S, Heckerman D, Kadie C. Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering. In:Proceedings of the 14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence(UAI- 98),
- 7 Sung - Hwan Min, Ingoo Han. Detection of the Customer Time - Variant Pattern for Improving Recommender Systems. Expert Systems with Applications, 2005;28(2)
- 8 Robles V. Improvement of Naive Bayes Collaborative Filtering Using Interval Estimation. In:Proceedings of IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence, 2003
- 9 U Shardanand, P Maes. Social Information Filtering: Algorithms for Automating ' Word of Mouth '. In:Proc. Human Factors in Computing Systems Conf. (CHI 95), ACM Press/ Addison - Wesley, 1995
- 10 Group Lens Research. 2003. <http://www.cs.umn.edu/research/GroupLens/>
- 11 张 锋,常会友. 使用 BP 神经网络缓解协同过滤推荐算法的稀疏性问题. 计算机研究与发展,2006;(4)
- 12 邓爱林,朱扬勇,施伯乐. 基于项目评分预测的协同过滤推荐算法. 软件学报,2003;(9)
- 13 Byeong Man Kim, Qing Li. Probabilistic Model Estimation for Collaborative Filtering Based on Items Attributes. In:Proceedings of IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, 2004
- 14 Mark Claypool. Implicit Interest Indicator. IUI 01, 2001
- 15 陈冬林,聂规划. 基于商品属性隐性评分的协同过滤算法研究. 计算机应用,2006;(4)
- 16 P W Foltz. Using Latent Semantic Indexing for Information Filtering. In:Proceedings of the ACM SIGOIS and IEEE CS TC - OA Conference on Office Information Systems,1990
- 17 K Honda, N Sugiura, H Ichihashi, S Araki. Collaborative Filtering Using Principal Component Analysis and Fuzzy Clustering. Research and Development, Lecture Notes in Artificial Intelligence 2198, Springer, 2001
- 18 Manolis G Vozalis, Konstantinos G. Margaritis. Applying SVD on Item - Based Filtering. Information Retrieval, 2001;4(2)
- 19 Dmitry Pavlov, Eren Manavoglu, C Lee Giles, David M Pennock. Collaborative Filtering With Maximum Entropy. In:Proceedings of IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence, 2003
- 20 Yoon Ho Cho, Jae Kyeong Kim. Application of Web Usage Mining and Product Taxonomy to Collaborative Recommendations in E - Commerce. Expert Systems With Applications, 2004;26(2)
- 21 Kai Yu. Probabilistic Memory - Based Collaborative Filtering. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004;16(1)
- 22 Badrul Munir Sarwar. Sparsity, Scalability, and Distribution in Recommender Systems:[Doctor Thesis]. Twin Cities:University of Minnesota, 2001
- 23 Kai Yu, Zhong Wen, Martin Ester, Xiaowei Xu. Feature Weighting and Instance Selection for Collaborative Filtering. In:Proceedings of 12th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, 2001
- 24 Guttman R H, Moukas A G, Maes P. Agent - Mediated Electronic Commerce:A Survey. Knowledge Engineering Review, 1998;13(2)
- 25 Yoon Ho Cho, Jae Kyeong Kim, Soung Hie Kim. A Personalized Recommender System Based on Web Usage Mining and Decision Tree Induction. Expert Systems With Applications, 2002;23(3)
- 26 Su - Heong Ko. Prediction of Preferences Through Optimizing Users and Reducing Dimension in Collaborative Filtering System. In: Proceedings of the 17th International Conference on Innovations in Applied Artificial Intelligence. Ottawa, Canada, 2004

- 27 Christakou C, Stafylopatis A. A Hybrid Movie Recommender System Based on Neural Networks. In: Proceedings of 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, 2005
- 28 Kwok - Wai Cheung, James T Kwok, Martin H Law, Kwok - Ching Tsui. Mining Customer Product Ratings for Personalized Marketing. Decision Support Systems, 2003 ;35(2)
- 29 Weiyang Lin, Sergio A. Alvarez and Carolina Ruiz. Efficient Adaptive - Support Association Rule Mining for Recommender Systems. Data Mining and Knowledge Discovery, 2002 ;6(1)
- 30 Fabiana Lorenzi, Francesco Ricci. Case - Based Recommender Systems - A Unifying View. B Mobasher, S S Anand(Eds.) : ITWP 2003
- 31 Aktas M S, Pierce M, Fox G C, Leake D. A Web Based Conversational Case - Based Recommender System for Ontology Aided Metadata Discovery. In: Proceedings of Fifth IEEE/ ACM International Workshop on Grid Computing, 2004
- 32 In - Gook Chun, In - Sik Hong. The Implementation of Knowledge - Based Recommender System for Electronic Commerce Using Java Expert System Library. In: Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2001 ;(3)
- 33 Felfernig A. Koba4MS: Selling Complex Products and Services Using Knowledge - Based Recommender Technologies. In: Proceedings of Seventh IEEE International Conference on E - Commerce Technology, 2005
- 34 Soe - Tsyrr Yuan, Chiahsin Cheng. Ontology - Based Personalized Couple Clustering for Heterogeneous Product Recommendation in Mobile Marketing. Expert Systems With Applications, 2004 ;26(4)
- 35 Stuart E Middleton, Nigel R Shadbolt, David C DE Roure. Ontological User Profiling in Recommender Systems. ACM Transactions on Information Systems, 2004 ;22(1)
- 36 Claypool M, Gokhale A, Miranda T. Combining Content - Based and Collaborative Filters in an Online Newspaper. In: Proceedings of the 22nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR '99) (Berkeley, Calif.). ACM, New York.
- 37 Tran T, Cohen R. Hybrid Recommender Systems for Electronic Commerce. In Knowledge - Based Electronic Markets. Papers from the AAAI Workshop, AAAI Technical Report WS - 00 - 04
- 38 Smyth B, Cotter P. A Personalized Television Listings Service. Communications of the ACM, 2000 ;43(8)
- 39 Desmarais - Frantz A, Aimeur E. Community Cooperation in Recommender Systems. IEEE International Conference on e - Business Engineering, 2005
- 40 R J Mooney, L Roy. Content - Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization. In: Proc. of the 5th ACM Conf. on Digital Libraries, 2000
- 41 Semeraro G, Lops P, Degemmis M. WordNet - Based User Profiles for Neighborhood Formation in Hybrid Recommender Systems. In: Proceedings of Fifth International Conference on Hybrid Intelligent Systems, 2005
- 42 Qing Li, Byeong Man Kim. Clustering Approach for Hybrid Recommender System. In: Proceedings of IEEE/ WIC International Conference on Web Intelligence, 2003
- 43 Bradley N Miller. Toward a Personal Recommender System: [Doctor Thesis]. Twin Cities: University of Minnesota, 2003
- 44 Jae Kyeong Kim, Yoon Ho Cho. Using Web Usage Mining and SVD to Improve E - Commerce Recommendation Quality. J Lee, M Barley (Eds.) : PRIMA 2003
- 45 Cyrus Shahabi. Yoda: An Accurate and Scalable Web - Based Recommendation System. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Cooperative Information Systems, Trento, Italy, 2001
- 46 Schafer J B, Konstan J A, Riedl J. View Through MetaLens: Usage Patterns For a Meta - Recommendation System Software. IEE Proceedings, 2004 ;151(6)
- 47 Peng Han, Bo Xie, Fan Yang, Ruimin Shen. A Scalable P2P Recommender System Based on Distributed Collaborative Filtering. Expert Systems With Applications, 2004 ;27(2)
- 48 Lan M, Zhou W. An Adaptive Information Grid Architecture for Recommendation System. Grid and Cooperative Computing: Second International Workshop, 2003
- 49 李绍滋, 周昌乐, 陈火旺. 基于 P2P 网络的信息过滤与推荐技术研究. 计算机工程, 2006 ;(8)
- 50 Alexander Smirnov, Mikhail Pashkin, Nikolai Chilov. Knowledge Logistics in Information Grid Environment. Future Generation Computer Systems, 2004 ;(20) (责编: 阳亦惠)

(上接第 45 页)

一方面,政府应通过各种方式加大公共信息设施的投入,让更多的人,尤其是自身不具备信息设备的人也能够获取政府信息,比如设置信息亭、信息服务站、免费信息终端、呼叫中心等,另一方面,应鼓励信息技术培训,建立多层次、多渠道的信息能力培训体系。

总之,社会的进步和经济的发展离不开人民群众的广泛参与,信息化建设的核心并不是具体某个信息系统建设,而是人民群众能够而且愿意利用这些信息技术来改造社会,改造他们的生活。政府信息公开是政府将信息权力“交还”给人民群众的重要措施,是实现社会主义民主的重要内容。但是,政府信息公开只是具体的应用之一,政府在信息化建设过程的根本目标是要建立公开、透明、高效、规范的社会主义“信息环境”,为社会主义经济、政治和文化建设创造更为广阔的发展平台。

参考文献

- 1 陈 绚. 在公民知情权与信息公开中寻找平衡. 国际新闻界, 2004 ;(3)
- 2 周晓英, 王英玮. 政务信息管理. 北京: 中国人民大学出版社, 2004
- 3 郭 济. 政务公开是中国政治发展的必经之路. 中国行政管理, 2005 ;(4)

- 4 刘 莘, 吕艳滨. 政府信息公开研究. 政法论坛, 2003 ;(2)
- 5 杨 霞. 政府信息公开实现条件研究. 档案学通讯, 2005 ;(3)
- 6 马费成, 龙 馨. 信息经济学——信息商品和服务的公共物品理论. 情报理论与实践, 2002 ;(5)
- 7 刘 强, 吴 江. 政府信息资源分类共享方式的研究. 中国行政管理, 2004 ;(10)
- 8 陈庆云, 曾军荣. 论公共管理中的政府利益. 中国行政管理, 2005 ;(8)
- 9 王则柯, 李 杰, 孙群燕, 瓦里安. 谈信息市场和信息管理. 国际经济评论, 2001 ;(22)
- 10 洪银兴, 路 瑶. 信息产品交易和知识产权保护. 学术月刊, 2005 ;(5)
- 11 戴维 加森等. 公共部门信息技术“政策与管理”. 北京: 清华大学出版社, 2005
- 12 斯蒂格利茨. 自由、知情权和公共话语——透明化在公共生活中的作用, 1999
- 13 陈庆云, 曾军荣, 鄞益奋. 比较利益人: 公共管理研究的一种人性假设——兼评“经济人”假设的适用性. 中国行政管理, 2005 ;(6)
- 14 布坎南. 自由、市场与国家. 上海: 三联书店, 1989
- 15 信息公开第一案的阳光效应. 南方周末, 2004
- 16 黄 瓊. 移动政务: 价值、应用与技术分析. 信息化建设, 2006 ;(5)

(责编: 阳加勃)