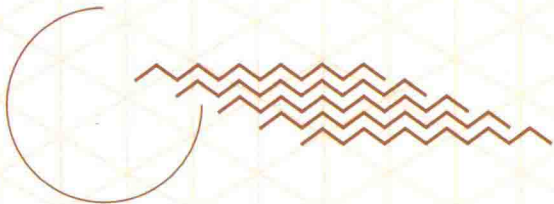




基于情境的商品个性化 推荐方法研究

*Research on Context-Based Personalized
Commodity Recommendation Methods*

吕苗◎著



東北大學出版社
Northeastern University Press

基于情境的商品个性化推荐方法研究

Research on Context-Based Personalized
Commodity Recommendation Methods

吕 苗 著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 吕 苗 2018

图书在版编目 (CIP) 数据

基于情境的商品个性化推荐方法研究 / 吕苗著. —
沈阳: 东北大学出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-5517-1864-6

I. ①基… II. ①吕… III. ①市场营销学 IV.
①F713.50

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 089607 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路三号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024-83687331(市场部) 83680267(社务部)

传真: 024-83680180(市场部) 83680265(社务部)

E-mail: neuph@neupress.com

网址: <http://www.neupress.com>

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm×240mm

印 张: 8.25

字 数: 135 千字

出版时间: 2018 年 6 月第 1 版

印刷时间: 2018 年 6 月第 1 次印刷

组稿编辑: 张 惠

责任编辑: 潘佳宁

责任校对: 湘 湘

封面设计: 潘正一

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1864-6

定 价: 42.00 元

引言

当代互联网技术和电子商务业务的迅猛发展以及“大数据”时代的到来,使得人们所面临的信息资源的数据种类和数据量的增长速度越来越快,而随着日常运营中生成和积累的用户行为数据的逐渐堆积庞大,给人类在这些数量庞大、种类繁多的资源中甄别并获取有价值的信息资源增加了难度。在此环境下,如何发现这些信息资源之间的区别与联系,并有效地分析用户的需求,帮助用户从海量激增的信息海洋中发现他们感兴趣的资源,给个性化推荐服务带来了极大的挑战。随着电子商务的广泛应用及其进一步的复杂化,如何为处于不同情境下的用户精确推荐符合其实际需求的信息资源已经成为个性化推荐服务研究的新趋势。

用户偏好挖掘和推荐方法是个性化推荐任务中最为基础和关键的工作,其质量的好坏直接关系到个性化推荐的结果。用户的兴趣偏好是广泛的,并且会随着各种情境的改变而不断变化。此外,随着用户和信息资源数量的增加,伴随着情境复杂多变的特点,不同推荐方法所得到的推荐结果需要更好的推荐解释。当前,基于情境感知的个性化推荐理论与技术的相关研究已引起全球学术界的高度重视,不同研究学者都对个性化推荐中的情境信息进行了分类及整合,并提出一些基于情境的推荐理论、模型和方法,然而由于情境自身复杂性的特点,使得这一研究在基础理论、关键技术及实践应用方面仍面临着许多传统个性化推荐系统不曾遇到的挑战。

本书在总结国内外基于情境的个性化推荐相关理论与方法的基础上,以电子商务中的个性化推荐为主要研究对象,将知识管理相关理论、数据挖掘理论与方法应用到个性化商品推荐中,对基于情境的商品个性化推荐模型与方法展开研究。本书的主要研究工作集中在以下几个方面。

首先,研究了基于情境的个性化推荐中的知识表示问题。本研究针对

电子商务中基于情境的个性化推荐的内涵及特点,采用本体建模的方法提出一种基于情境的商品个性化推荐知识模型。该模型有效地表达了用户、商品和情境的概念以及它们之间的语义关联性,它为基于情境的个性化推荐的实现提供了概念语义层面上的知识支持。

其次,研究了基于情境的用户偏好挖掘问题。本研究提出一个基于情境化的用户偏好贝叶斯模型来表达情境和用户偏好之间的关系,并采用贝叶斯网络概率推理的方法分析用户在某个特定情境下的兴趣偏好;此外,在该模型基础上基于信息熵理论,本研究提出情境信息熵的概念来衡量用户在各种情境下对商品资源选择的行为,进而判断各种情境的重要程度,并根据情境重要度进一步对情境化的用户偏好进行分析。

再次,研究了基于情境的商品个性化混合推荐方法。本研究采用情境化建模的推荐模式,从用户对商品属性偏好的角度出发,对基于情境的商品个性化混合推荐方法进行了探索性的研究,将协同过滤和知识过滤方法应用到混合推荐的两个阶段中,并采用基于情境推理的优化方法处理两个阶段推荐结果的冲突。

最后,以移动商务环境下的餐饮服务推荐为例展示本研究的应用方法和应用价值。在该应用研究中,以移动商务背景下的餐饮菜品推荐服务为对象,基于上述研究模型及方法设计了一个移动商务餐饮服务推荐系统体系框架,并基于一个实际案例来分析个性化餐饮菜品推荐的实现过程。

综上,本书针对基于情境的商品个性化推荐过程中的推荐知识建模、用户偏好分析以及基于情境的个性化推荐方法等问题进行了研究。本书的研究内容可供信息管理、电子商务应用等领域从事相关研究的学者及高等院校相关专业教师、研究生参考使用。

最后,需要说明的是,基于情境的个性化推荐研究问题是目前的研究热点,然而情境化的个性化推荐在其理论、方法研究以及应用实践方面依然面临着诸多挑战,尚存在很多问题等待着我们去研究。作者在力图创新和对问题的全面把握过程中,有些问题的探讨还有待深入,这是该书的不足之处。此外,由于作者学术水平有限,疏漏与错误在所难免,诚恳希望读者批评指正。

著 者

2017年12月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 研究背景与意义	(1)
1.1.1 研究背景	(1)
1.1.2 研究意义	(4)
1.2 本书研究内容与思路	(5)
1.2.1 主要研究内容	(5)
1.2.2 研究思路	(6)
1.3 本书篇章结构	(7)
第2章 国内外研究综述	(10)
2.1 个性化推荐模式的分类	(10)
2.1.1 传统个性化推荐模式	(11)
2.1.2 基于情境的个性化推荐模式	(12)
2.1.3 基于情境的推荐模式	(13)
2.1.4 个性化推荐的实现过程	(17)
2.2 个性化推荐知识建模	(17)
2.2.1 传统个性化推荐知识模型	(17)
2.2.2 基于情境的个性化推荐知识模型	(20)
2.3 基于情境的用户偏好挖掘研究	(23)

2.4 个性化推荐技术及分类	(24)
2.4.1 基于内容过滤的推荐	(25)
2.4.2 协同过滤推荐	(26)
2.4.3 基于知识的推荐	(31)
2.4.4 各种推荐技术的比较	(32)
2.4.5 基于情境的个性化推荐技术	(33)
2.5 国内外相关研究小结	(35)
2.6 本章小结	(36)
第3章 基于情境的个性化推荐知识建模	(37)
3.1 问题分析及描述	(37)
3.2 个性化推荐服务的本体建模	(38)
3.2.1 推荐知识模型	(38)
3.2.2 情境本体	(39)
3.2.3 商品本体	(44)
3.2.4 用户本体	(47)
3.3 基于情境的个性化推荐框架	(48)
3.4 本章小结	(49)
第4章 基于情境的用户偏好分析	(50)
4.1 问题分析及描述	(50)
4.2 情境化的用户偏好提取	(51)
4.2.1 情境化的用户偏好模型	(52)
4.2.2 基于贝叶斯网络的情境化用户偏好分析	(54)
4.2.3 实验分析	(56)
4.3 基于情境重要度的用户偏好分析	(59)
4.3.1 信息熵理论	(59)
4.3.2 情境信息熵的计算	(60)
4.3.3 基于情境重要度的用户偏好计算	(63)

4.3.4 实验分析	(64)
4.4 本章小结	(65)
第5章 基于情境的商品个性化混合推荐方法研究	(66)
5.1 问题分析及描述	(66)
5.1.1 数据稀疏问题下的近邻选择问题	(66)
5.1.2 情境在协同过滤推荐中的融入问题	(68)
5.2 混合推荐基本框架及流程	(69)
5.3 基于情境化偏好的协同过滤推荐	(71)
5.3.1 缺失值预测处理	(72)
5.3.2 情境化的用户偏好相似性	(74)
5.3.3 推荐生成	(75)
5.3.4 改进的协同过滤推荐流程	(77)
5.3.5 实验分析	(78)
5.4 集成知识过滤的混合推荐	(81)
5.4.1 知识过滤中的语义规则	(82)
5.4.2 基于情境的推理优化	(83)
5.5 实验与结果分析	(85)
5.5.1 基于知识推荐的有效性分析	(85)
5.5.2 推理优化的有效性评估	(86)
5.5.3 混合推荐方法的有效性评估	(87)
5.6 本章小结	(88)
第6章 应用研究	(89)
6.1 系统设计	(89)
6.1.1 系统基本框架设计	(89)
6.1.2 相关数据信息	(90)
6.2 个性化推荐流程	(94)
6.3 案例分析	(95)

6.4 本章小结	(97)
第7章 结论与展望	(98)
7.1 结 论	(98)
7.2 创新点	(99)
7.3 展 望	(101)
参考文献	(102)

第1章 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

自20世纪90年代以来,随着互联网的迅猛发展及普及,展现在人们面前的丰富多彩的信息资源及服务日渐增多;与此同时,信息海洋的爆炸性增长使用户难以及时准确地发现有用的信息资源,导致人们在获取丰富的信息资源的过程中受到“信息过载(Information Overload)”问题^[1,2]的困扰。为应对上述问题,个性化推荐(Personalized Recommendation)^[3-5]的概念应运而生,它帮助用户从激增的海量信息中获取有效的信息资源,使信息服务的方式发生了一场巨大的变革^[6,7]。而进入21世纪以来,随着“大数据”时代的到来,面对这些来源异构、种类繁多、数量庞大、潜在关系复杂且时效性极高的数据信息,主动地为用户提供更丰富、全面并符合其潜在需求的信息资源,给个性化推荐服务带来了极大的挑战。

目前,个性化推荐已经被广泛地应用于电子商务^[8,9]、数字图书馆及新闻推荐^[10]、多媒体资源点播^[11]、电子旅游、社交网络^[12]等领域。尤其是电子商务领域,全球范围内已兴起了一股个性化推荐的热潮,诸如阿里巴巴、亚马逊、淘宝等,几乎所有的大型电子商务企业和网站都不同程度地采用各种形式的个性化推荐手段主动地为用户推送其感兴趣的信息资源,并在一定程度上取得了良好的效果。据美国纽约 Cyber Dialogue 针对个性化网上在线购物的使用情况的调查显示,在所有受访者中,63%的用户表示愿意注册为网站会员且其注册的目的是获得相应的个性化推荐服务,且在一

段时间内,约有69%的消费者使用了网站所提供的个性化推荐服务功能;调查还发现接受个性化服务的网络消费者的消费金额往往比未使用个性化服务的网络消费者的消费金额高^[13]。另据IBM技术研究中心统计数据显示,推荐系统能提高电子购物网站2%~15%的销售额^[14]。此外,根据文献统计,国际著名的综合网购商城亚马逊网站采用个性化推荐手段后,其总销售额的35%都来自于推荐系统带来的效果^[15];而美国互联网影片租赁公司Netflix的研究人员在他们2011年的报告中指出,有60%的用户是通过其推荐系统找到自己感兴趣的电影和视频的^[16]。近年来,国内各电商网站也积极采用个性化推荐。京东作为国内最大的自营B2C平台,以数据为驱动的个性化推荐系统发挥着越来越关键的作用,据2015年统计个性化推荐功能引导的销售订单占比为总订单的13%^[16]。针对垂直品类的线上销售应用,达观数据采用个性化推荐技术后所带来的点击率提升了3倍,并促使网站交易金额增长了60%^[17]。而国内最大的B2C综合性购物平台天猫商城对2016年双11活动期间的交易数据进行统计发现,通过机器导购员在搜索及浏览等场景中给用户千人千面的商品推荐,使得转化率与往年相比有大幅的提升^[18]。此外,在音乐产品的个性化推荐领域中,网易云音乐的个性化推荐算法一直以精准著称,其个性化推荐功能已被广泛应用于产品的多个功能。据2016—2017年网易云音乐产品团队统计,网易云音乐个性化推荐功能使用率已占整体用户的75%,推荐准确率超过50%,曲库使用率达80%^[19]。实际上,个性化推荐系统在完成向顾客推荐产品的过程中,也同时在众多客户中发现了潜在的价值客户。也就是说,个性化推荐的作用不仅仅局限于单向的信息传递,而是可以同时实现面向终端客户和面向企业的双向信息传递^[20,21]。通过上面的相关调查可以看出,网上批发及零售行业等相关电子商务网站在提供个性化推荐服务后可以有效提高电商网站的运营效率,为企业和商家带来更大的利润,另一方面也满足了用户的个性化需求,提升了用户的消费体验,因此电子商务领域为个性化推荐的发展提供了良好的契机,并成为个性化推荐的一个主要应用场合。

自个性化推荐技术在20世纪90年代开始受到广泛关注以来,推荐系统的研究得到了迅猛的发展^[22-25]。与此同时,人工智能、知识管理、数据挖掘等各个领域的研究及相关技术都为其提供了方法支持。个性化推荐系统以用户为中心,在充分考虑用户特征、行为,以及用户兴趣偏好的基础上

挖掘用户和信息资源之间的关系,能够从大量数据中搜寻出用户感兴趣并有价值的信息(如Web服务、Web信息、商品资源等),并将这些满足用户需求的对象主动推送给用户,生成个性化推荐。然而,数据稀疏性、冷启动等问题^[26-28]的出现使得个性化推荐面临着诸多挑战。此外,这种传统的个性化推荐在许多应用中基本满足了用户的需求并产生了良好的效果,然而它们却忽略了用户的兴趣偏好往往是与其所处的环境和背景等紧密相关的,用户的选择行为和决策常常会受到当前环境的影响。实际上,在某些应用下,仅仅凭借挖掘用户和信息资源之间(User-Item)的二元关系而产生的推荐结果并不能满足用户的深层次需求。

随着电子商务应用在人类日常生活中的普及与深入,消费者对如何更直接、便捷地获取到他们所需的信息资源提出了更高的要求,而传统的个性化推荐在某些场景下难以满足顾客的个性化需求。与此同时,普适计算(Pervasive Computing)概念的提出,使广大学者充分认识到用户所处的环境信息对其消费决策的影响,进而促使基于情境的个性化推荐研究受到越来越多的重视^[29,30],情境感知推荐系统(Context-Aware Recommender Systems,简称CARS)这一概念也逐渐在工业界和学术界中成为广泛关注的研究热点。CARS通过将用户所处的情境引入到推荐系统中,能够挖掘用户、相关情境以及信息资源之间的潜在关联关系,进而为用户提供适合其应用场景的信息资源,以此进一步提高推荐的准确性以及用户的满意度。目前,情境感知的个性化推荐理论与技术的相关研究已引起全球学术界的高度注视,不同的研究者都对个性化推荐中的情境信息进行了分类及整合,并提出了一些基于情境的推荐理论、模型和方法。尽管目前已取得了一些研究成果,然而由于情境自身复杂性的特点,使得这一研究在基础理论、关键技术和实践应用方面仍面临着许多传统个性化推荐系统不曾遇到的挑战^[31,32]。

近年来,我国电子商务个性化推荐在理论研究和实践方面都已得到了广泛的关注,并取得了大量的研究成果。越来越多的电子商务平台都尝试通过推荐系统所提供的个性化推荐功能来辅助消费者的网上消费决策。然而,当前电子商务个性化推荐研究中大都忽略了情境对用户偏好产生影响程度的差异性,具体表现在将不同类别的情境对用户选择行为的影响程度看成是相同的,或者将同一情境对所有用户的影响程度看成是等权重的。例如在一个旅游产品推荐服务中,季节和价格情境都是影响用户选择的因

素,但它们在用户的选择行为中具有的重要性是有区别的;此外,对于学生和商务人士而言,价格情境对他们产生的影响程度也是不一样的。

另一方面,面对个性化推荐中琳琅满目的项目资源,现有的个性化推荐大都是根据用户对项目资源的评价信息产生的,这种基于项目评分的推荐只能体现用户对商品整体的偏好情况。然而实际上,用户对项目资源的评价往往是根据它所具有的属性特征产生的,因此仅仅根据用户对项目资源的整体评分而产生的推荐结果往往具有片面性。而现有研究中基于用户对资源各个属性的偏好信息进而产生推荐结果的还较少。

此外,情境感知在电子商务商品推荐领域的研究探索与应用起步不久,基于情境的个性化推荐在复杂多变情境的实践中仍存在一些局限,因此值得我们对电子商务中基于情境的商品个性化推荐理论和方法展开更加深入的研究。

正是在此背景下,本书依托国家自然科学基金重大项目“新兴电子商务重大基础问题与关键技术研究”(项目批准号70890080)——“面向服务的商务智能与知识管理方法研究”(项目批准号70890083)这一课题,针对基于情境的商品个性化推荐这一研究范畴展开深入的研究。本研究主要从情境、用户和推荐资源之间关联关系的角度提出能够提高推荐质量的个性化推荐知识模型,基于该模型探讨不同情境对用户偏好所产生影响的差异性,并尝试将用户在不同情境下对商品属性的偏好信息引入到商品个性化推荐方法中来改善推荐质量,期望能够在推动个性化推荐在理论、方法与应用等方面的发展中发挥积极的作用。

1.1.2 研究意义

从理论研究的层面来看,电子商务个性化推荐研究这一范畴目前受到了国内外多个领域学者的广泛关注,国家自然科学基金委员会近年来也资助了不少个性化推荐相关的研究课题。由此,对基于情境的电子商务商品个性化推荐的研究具有较高的学术价值。从实际应用层面来看,根据《2013年度中国电子商务市场数据检测报告》统计,截至2013年年底,中国电子商务市场交易规模比上年增长29.9%,而B2C交易规模比上年增长42.8%^[33]。随着电子商务应用的飞跃式发展,以及交易产品种类和数量的不断增加,电子商务推荐系统的作用也必将变得越来越重要。

因此,研究电子商务环境下基于情境的商品个性化推荐问题,具有以

下理论意义和实践意义。

理论意义:

(1) 本课题对电子商务环境下基于情境的商品个性化推荐问题进行了有益的探索,从推荐模型的表示、用户偏好分析和推荐方法的实现三个方面研究该问题,将知识管理和数据挖掘相结合,有利于促进相关学科的相互渗透。

(2) 鉴于用户情境对用户偏好的重要影响,本研究将贝叶斯网络理论和信息熵理论引入到情境化的用户偏好分析中,为基于情境的用户偏好挖掘提供了新思路。

(3) 针对现有研究中基于情境的个性化推荐方法的不足,本研究尝试将用户在不同情境下对商品属性特征的偏好以及情境重要度融入到个性化推荐方法中,以提高个性化推荐的质量及用户的满意度。

实践意义:

(1) 通过分析情境和用户偏好之间的关系,可以使推荐系统充分发现各种情境对用户偏好所产生的影响,使商家准确了解消费者在不同情境下的个性化需求,进而达到商家和用户共同获益的效果。

(2) 将该研究的方法结合移动商务进行有益的探索,以移动商务环境下的餐饮推荐为应用案例进行研究,可进一步提升本研究模型及方法的适用性,同时弥补了个性化推荐在餐饮领域研究中的不足。

1.2 本书研究内容与思路

1.2.1 主要研究内容

本书对电子商务环境下基于情境的商品个性化推荐问题进行了系统研究,具体的研究内容主要分为以下四个部分。

1.2.1.1 建立基于情境的商品个性化推荐知识模型

针对个性化推荐中所包含的实体特征,从多维度多层的角度分析商品个性化推荐中的情境,建立一个包含情境本体、用户本体和商品本体的个性化推荐知识模型,作为个性化推荐服务的知识支持。

1.2.1.2 基于情境的用户偏好分析研究

针对情境与用户偏好之间的复杂关系,根据本书所建立的个性化推荐

知识模型中各个实体要素之间的联系提出情境化的用户偏好模型,采用贝叶斯网络模型来表达用户情境及其偏好之间的关联关系,并采用概率推理方法分析用户在某个特定情境下的兴趣偏好;针对不同情境对用户偏好影响的差异性问题,提出情境信息熵和情境重要度的概念,并基于信息熵理论来计算情境信息熵值以及情境因素的重要度,进一步根据这些情境的重要程度来推理情境化的用户偏好。

1.2.1.3 基于情境的商品个性化混合推荐方法研究

在本书用户偏好分析研究的基础上,从用户对商品属性偏好的角度出发,采用情境化建模的推荐模式,设计一个基于情境的结合协同过滤和知识过滤的混合推荐方法。首先结合用户对商品的评分和用户对商品属性的偏好两个方面搜寻目标用户的最近邻居,并将情境相似度匹配和情境重要度融入到基于用户的协同过滤推荐的生成过程中,提出一个改进的协同过滤推荐方法;然后根据当前情境信息以及用户对商品属性的偏好知识,采用基于知识推荐的方法生成推荐结果;最后通过基于情境的推理优化方法对两种不同推荐方法产生的结果进行整合而形成最终的推荐结果。

1.2.1.4 应用研究

将本研究提出的方法应用于移动商务中基于情境的餐饮推荐中,设计该应用研究的体系框架及实现流程,并通过一个实际案例来分析本研究方法的实现过程。

1.2.2 研究思路

本研究的核心思想是针对商品推荐系统中的用户、商品资源以及用户情境来建立一个便于知识共享、支持逻辑推理的个性化推荐知识模型,并通过分析不同情境和用户偏好之间的关联关系,准确地理解用户在当前情境下的偏好需求,最后基于此设计一个基于情境的个性化推荐策略,在提高推荐质量的同时提升用户的满意度。本研究采用“提出问题→模型及方法研究→案例及应用研究分析”的研究思路,如图 1.1 所示。

如图 1.1 所示,本书应用文献调研、案例调研、方法及模型研究、模型验证和案例应用相结合的步骤展开研究。首先,基于本体理论,采用语义建模的方法构建个性化推荐知识模型;然后,在推荐知识模型的基础上,采用贝叶斯网络和信息熵理论来挖掘情境化的用户偏好;最后,采用相似

度计算、协同过滤和知识过滤等方法设计一个混合推荐方法，并结合推荐知识模型以及情境化的用户偏好来产生推荐结果。

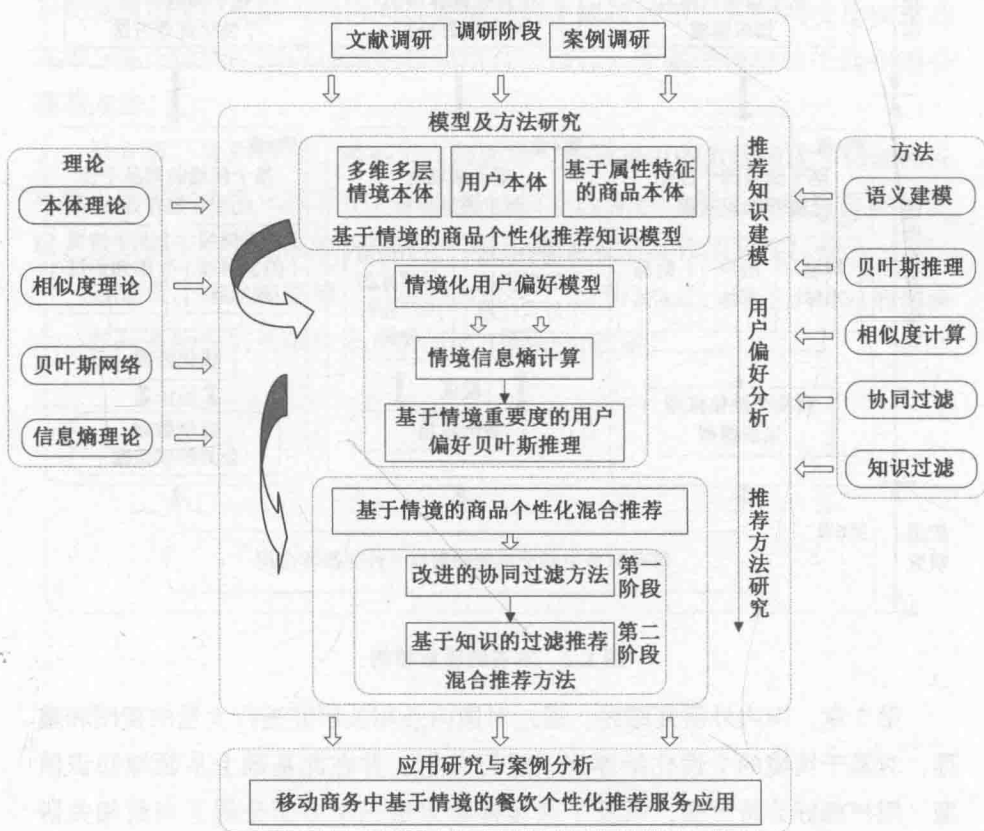


图 1.1 本书研究思路

1.3 本书篇章结构

根据上述研究思路，本书的篇章结构如图 1.2 所示。本书分为 7 个章节，其中模型及方法研究主要分推荐模型的建立→用户偏好分析→提出推荐方法三个阶段展开，分别对应第 3~5 章的内容，这三个阶段构成了实现个性化推荐过程的三个环节。以下分别简要概括各章节的内容。

第 1 章，绪论部分。本章介绍了本书的研究背景与课题来源，明确了研究意义及目的，通过对本书主要研究内容的概括，提出本研究的研究思路与论文篇章结构。

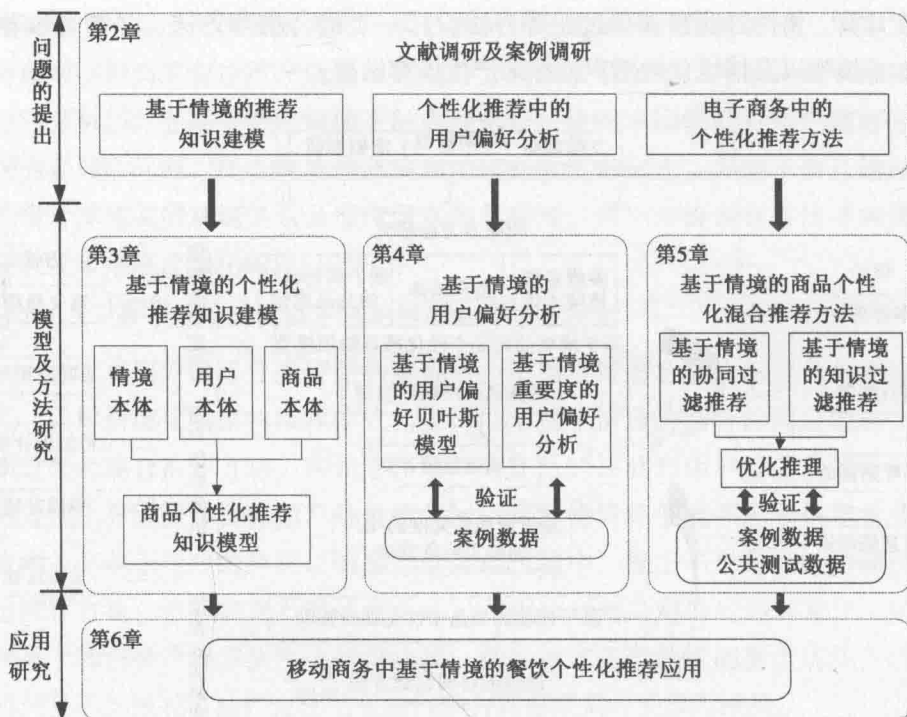


图 1.2 本书的篇章结构

第2章，国内外研究综述。通过对国内外相关研究进行大量的查阅和整理，对基于情境的个性化推荐模式进行分析，并在此基础上从领域知识模型、用户偏好分析挖掘，以及个性化推荐方法三个方面分析了当前相关研究的现状，并总结了与本研究相关的三方面的研究现状与不足。

第3章，基于情境的个性化推荐知识建模。针对现有个性化推荐知识模型难以满足商品个性化推荐服务中用户潜在需求的问题，研究商品个性化推荐所需的知识模型构建。通过分析商品个性化推荐中各个实体要素的主要概念及其关系，建立了一个包含情境本体、用户本体和商品本体的个性化推荐知识模型。

第4章，基于情境的用户偏好分析。首先建立情境化的用户偏好贝叶斯网络模型，基于该模型采用贝叶斯概率推理的方法计算不同情境下的用户偏好；此外，基于信息熵理论来探讨不同情境对用户偏好影响的差异性，通过对情境信息熵和情境重要度的计算来识别出对用户产生影响程度较大的重要情境，进而根据情境重要度来进一步分析情境化的用户偏好。